5.06(49.3) B1 cv

FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

Bound at
A.M.N.H.
1922

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

LIBRARY
OF THE
AMERICAN MUSEUM
OF NATURAL HISTORY

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

5.06(49.

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. Cath., c. IV.

TROISIÈME SÉRIE

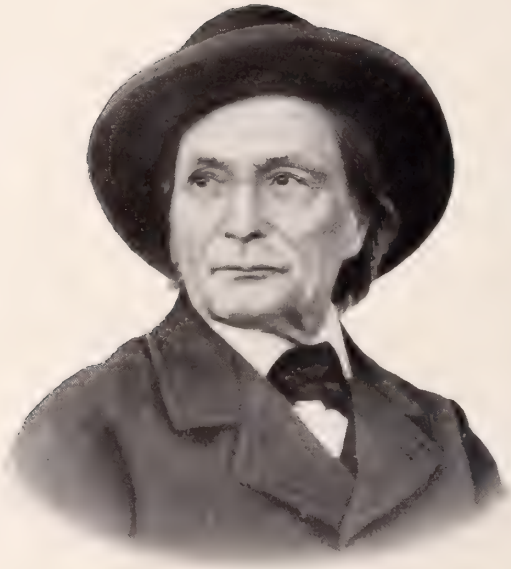
TOME XVIII — 20 JUILLET 1910

(TRENTE-QUATRIÈME ANNÉE ; TOME LXVIII DE LA COLLECTION)

LOUVAIN
SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
(M. J. Thirion)
11, RUE DES RÉCOLLETS, 11

1910

22-88519 June 27



J.-H. FABRE

Depuis 1896, chaque année et presque toujours en tête de sa livraison de juillet, la Revue des Questions scientifiques a eu l'honneur et la bonne fortune de publier quelqu'une de ces admirables études que leur auteur, M. J.-H. Fabre, a groupées dans ses *Souvenirs entomologiques*.

Nos lecteurs ont lu et relu ces articles faits de recherches personnelles, écrits par un poète, où la science de la vie et des mœurs de l'insecte, étudiée à ses sources et soutenue par la réalité des faits, se montre à la fois si solide et si attrayante. Nulle part n'est mis en plus vive lumière ce caractère essentiel de l'instinct : « la stupidité individuelle invincible qui l'accompagne toujours — preuve manifeste que l'instinct ne vient pas de l'animal, mais lui a été imposé, à lui aveugle et imbécile, par une intelligence supérieure, comme un guide habituellement sûr, et auquel il lui est interdit de désobéir (1) ».

Quel maître fut doué à un degré plus éminent du sens de l'observation, du juste sentiment de la nature et de la faculté si précieuse d'en renouveler et d'en varier le spectacle en des expériences simples, infiniment ingénieuses et absolument convaincantes ? « M. Fabre, nous disait un de ses admirateurs, observe

(1) M. Lefebvre, *J.-H. Fabre* (Revue des Quest. scient., deuxième série, t. XVIII, octobre 1900, pp. 543-565).

et expérimente par vocation, comme chante le poète. » Rien ne lui échappe de ce qui mérite d'être vu, et chacune de ses découvertes est une victoire remportée sur la nature par son habileté à l'interroger et son admirable sagacité à interpréter ses réponses.

Aussi quel plaisir on éprouve et quel profit l'on retire à l'accompagner à travers champs ou dans les allées de ce petit coin de terre illustré par ses travaux, avec lui, avec les siens, fouillant le sol, interrogeant la verdure et les fleurs! Un détail, en apparence, de minime intérêt, jusque-là même que nul encore n'avait songé à y prendre garde, a retenu l'attention du maître : il n'aura point de cesse qu'il n'en ait reconnu et expliqué la signification. Suivez-le dans son « laboratoire aux bêtes », où l'insecte capturé est devenu l'hôte de ses bocaux : d'une observation presque insignifiante à l'origine vont jaillir les vérités les plus inattendues.

Les expériences ont été préparées avec un soin minutieux ; leur exécution a exigé une attention soutenue qui souffrait à peine de fugitives interruptions; sous l'œil de l'observateur armé de la loupe, immobile et silencieux pendant de longues heures, les incidents se sont multipliés. Au fait attendu, d'autres se sont mêlés, capricieux et souvent déconcertants. Il a fallu en débrouiller l'enchevêtrement, les interpréter un à un, recourir à mille « ruses savantes » pour en reconstituer la trame et s'assurer qu'on ne s'est point mépris sur leur portée. Enfin, la bête se livre ! Hallali ! La chasse est heureusement terminée, la chasse au « gibier de savant », avec ses surprises, ses émotions, ses mécomptes et ses succès !

Avec quelle légitime satisfaction, le pâtient et perspicace chercheur enregistre une nouvelle conquête, et de quel cœur on partage son émotion en applaudissant à son triomphe !

Hélas ! cette joie ne nous sera plus donnée !

Le 15 mars dernier, M. Fabre faisait écrire la lettre suivante à notre collègue, M. Van Ortroy, secrétaire de la section des sciences naturelles de la Société scientifique :

« Monsieur le Secrétaire,

» Devenu à peu près aveugle, au point de ne pouvoir ni lire, ni écrire, accablé d'ailleurs par les misères du grand âge, je ne puis plus aujourd'hui vous adresser l'opuscule entomologique dont nos vieilles relations m'avaient fait une douce habitude. A mon vif regret, je suis obligé de prendre ma retraite. »

Cette lettre nous a douloureusement émus : si la retraite de notre savant collaborateur est pour nous une perte extrêmement sensible, combien nous touchent davantage les motifs qui l'entraînent !

Nous prions M. Fabre d'agréer nos plus cordiales sympathies, en même temps que notre profonde gratitude pour l'honneur qu'il a bien voulu nous faire en collaborant à notre œuvre jusqu'à l'heure de la retraite que nous eussions souhaitée aussi heureuse que vaillamment méritée.

Nos lecteurs s'associeront à ces sentiments. Nous avons voulu qu'ils en trouvent l'expression à la place même où ils ont appris à estimer et à aimer ce savant vénéré ; le portrait qui y est joint perpétuera auprès d'eux son souvenir.

Nous n'avons pas à suivre M. Fabre dans la carrière qu'il a parcourue : nos lecteurs savent comment le goût inné des sciences s'est développé dans l'esprit de cet enfant des champs ; ils connaissent la vie laborieuse et simple du professeur et du naturaliste ; ils ont admiré comment les rigueurs de la fortune, trop longtemps

sévère, n'ont pu qu'affermir son courage et exalter son ardeur au travail, et ils n'ignorent rien de l'œuvre de ce savant vraiment original, l'homme d'un seul livre, celui de la nature, qui ne procède de personne, dont toute la science jaillit de ses propres observations et qui doit à son seul effort toute son illustration (1).

Mais il nous reste, pour clore ces pages, à associer la Revue à l'hommage que vient de rendre à son vénéré collègue la *Société scientifique de Bruxelles*.

Elle était réunie pour sa session de Pâques, les 5, 6 et 7 avril dernier, lorsque les journaux lui apportèrent l'écho de la manifestation d'estime et de sympathie dont M. Fabre venait d'être l'objet, à Sérignan, de la part des savants et de ses amis de France (2). Ses amis et ses admirateurs de Belgique tinrent à honneur de s'y associer.

Le conseil de la Société scientifique, réuni le 6 avril, décida d'offrir au vénéré jubilaire la médaille de la Société. Le jour même, M. Mansion, secrétaire général, porta cette décision à la connaissance de l'assemblée plénière, qui la salua d'unanimes acclamations.

Sur l'une des faces de la médaille, on a gravé le nom de M. Fabre, suivi de l'expression de la reconnaissance que lui a vouée la Société scientifique. Sur l'autre face, on lit la devise de la Société : *Nulla unquam inter fidem et rationem vera dissensio esse potest.*

A cette vérité, M. Fabre a rendu un éclatant témoignage : non seulement il n'a rien vu dans l'étude de la nature, qui pût ébranler sa foi, mais la sagesse infinie du Créateur s'est manifestée à ses yeux, sous la touffe d'herbes ou aux parois des vieux murs, comme elle

(1) Voir l'article cité plus haut de M. M. Lefebvre.

(2) Voir la Revue Scientifique (Revue Rose), 7 mai 1910 : *Jubilé de l'entomologiste J.-H. Fabre*, reproduction du discours prononcé à Sérignan, le 3 avril 1910, par M. Edmond Perrier, pp. 577-579.

était apparue à Newton dans les profondeurs des cieux. Comme lui, il s'est honoré en s'inclinant devant elle et en la proclamant dans ses écrits. Le nom de M. Fabre restera sur la liste des membres d'honneur de notre Société, avec ceux de Charles Hermite, de Lapparent, Le Play, Pasteur,... et tant d'autres, dont la sincérité des convictions spiritualistes et religieuses a égalé la profondeur de leurs connaissances scientifiques.

L'épreuve qui afflige les vieux jours de notre vénéré collègue nous tient au cœur ; elle est rude, mais elle n'est pas sans consolation.

Soutenu par le dévouement des siens, entouré de l'estime et du respect universels, grandi par l'épreuve supportée avec une douce résignation, il reste en communication avec les merveilles de la nature, dont il a été le sagace interprète, par le charme des souvenirs que colore la vive intelligence du savant, qu'anime et transforme la foi du chrétien.

Que le Seigneur Dieu des sciences donne à ce vaillant serviteur la patience qui marque les œuvres bonnes du sceau de la perfection et les rend dignes des immortelles espérances qui seules ne trompent pas.

La Rédaction.

LA

PHYSIQUE NÉOPLATONICIENNE

AU MOYEN AGE

Avant-propos

L'étude que, sous ce titre, nous venons soumettre au jugement des lecteurs de la Revue des Questions scientifiques n'est qu'un fragment ; ce fragment, nous l'avons détaché pour eux d'une œuvre extrêmement étendue et encore inachevée.

De l'époque de Platon jusqu'aux temps modernes, suivre les progrès des doctrines relatives aux mouvements des astres, c'est l'objet du livre que nous préparons depuis de longues années et que nous voulons intituler : *La formation du système de Copernic*, si Dieu nous donne de l'achever.

Après avoir exposé les grandes théories cosmologiques de la Philosophie hellène, après avoir retracé les vicissitudes que ces théories ont éprouvées en la Science islamique, nous avons essayé d'écrire l'histoire de l'Astronomie chrétienne.

Cette histoire, on croit, en général, qu'elle commence au moment où d'actifs traducteurs empruntent aux Arabes, pour les faire connaître aux Latins, ce que les Arabes avaient conservé de la Science grecque et les commentaires dont ils l'avaient surchargée, trop

souvent sans l'enrichir. C'est méconnaître la spontanéité intellectuelle de la Chrétienté latine qui n'avait pas attendu les leçons de l'Islam pour s'intéresser à la Science astronomique.

En la savante Alexandrie, où Claude Ptolémée venait de mourir, Origène paraît au courant des découvertes toutes récentes de l'Astronomie ; mais la plupart des Pères de l'Église n'ont guère que de la méfiance à l'égard de la Physique hellénique ; le caractère divin que cette Physique attribue aux astres justifie, dans les écoles néo-platoniciennes, des superstitions astrologiques que l'Église condamne à bon droit ; et, d'autre part, les exégètes croient reconnaître une irréductible contradiction en ce que dit la Genèse des eaux supérieures au firmament et ce qu'enseigne le Péripatétisme touchant la gravité ou la légèreté des éléments. Seul, saint Augustin détermine avec une admirable perspicacité le parti qu'un chrétien doit tenir en ces apparents conflits de la Science et de la Révélation.

En dépit de la défiance des Pères de l'Église à l'égard des enseignements de la Science profane, la curiosité des chrétiens d'Occident s'éveille et demande à connaître ce que les anciens ont dit de l'univers, du ciel, des éléments. Le premier, saint Isidore de Séville regarde cette curiosité comme légitime ; il s'efforce de lui donner satisfaction ; il recueille tous les propos de la Physique antique qui sont venus jusqu'à lui, et il en compose ses *Étymologies* et son *De Universo*. Après lui, Bède le Vénérable et Raban Maur continuent son œuvre de compilateur ; en leurs encyclopédies, les jeunes écoles chrétiennes puisent leurs toutes premières connaissances.

La Science des Isidore, des Bède, des Raban Maur est bien enfantine encore ; elle répète ce qu'elle a lu sans y rien ajouter qui soit le fruit original de la méditation personnelle. Mais la pensée de la Chrétienté

latine ne va plus demeurer longtemps en cet état de puérilité ; quelques médiocres ouvrages de la décadence vont lui révéler le Platonisme ; les écrits attribués à Denys l'Aréopagite vont, après ceux de saint Augustin, lui enseigner l'art de concilier cette philosophie avec le dogme chrétien ; et tout à coup, allumé par cette étincelle échappée du génie hellène, le génie des peuples occidentaux va briller ; en Jean Scot Érigène nous reconnaissons, éblouis, son premier éclat.

I

DES ÉCRITS GRECS OU LATINS QUE CONNAISSAIT JEAN SCOT ÉRIUGÈNE

Ce fut un événement d'une extrême importance en l'histoire de la pensée des chrétiens d'Occident, lorsque l'Empereur de Constantinople envoya à Louis le Débonnaire les écrits dont on confondait l'auteur avec Denys l'Aréopagite, disciple immédiat de saint Paul ; en ces écrits, le sentiment le plus affiné et le plus précis de l'orthodoxie catholique s'unissait à la plus élevée des philosophies platoniciennes ; aussi l'œuvre du Pseudo-Aréopagite allait-elle exercer sur la Théologie des Latins une influence comparable à celle qui émanait des traités de saint Augustin.

Pour que cette influence de ces livres, écrits en langue grecque, pût se répandre pleine et libre, en la Chrétienté d'Occident, il fallait qu'ils fussent traduits en latin ; Charles le Chauve le comprit ; il confia la traduction des œuvres de Denys l'Aréopagite à son philosophe habituel ; de ce philosophe, le génie nous est révélé par les écrits qu'il a composés ; mais de sa vie, nous ne savons guère que ce que son nom nous

révèle ; de race irlandaise, et venu d'Irlande ou d'Écosse en France, il était nommé Jean Scot Érigène.

Jean Scot traduisit donc les divers traités du Pseudo-Aréopagite et de son commentateur Maximus ; à son tour, il les commenta ; mais il ne s'en tint pas à ces travaux et produisit des œuvres où s'affirmait sa propre pensée ; parmi ces œuvres, il en est une qui les domine toutes, non seulement par l'étendue, mais aussi et surtout par l'originalité de la doctrine ; c'est celle à laquelle l'auteur a donné ce titre : Περὶ Φύσεως μερισμοῦ, *id est de divisione Naturæ libri quinque.*

Pour exposer, en toute son ampleur, son système théologique et cosmologique, Jean Scot a suivi l'exemple que lui traçaient les Pères de l'Église, dont les ouvrages lui étaient extrêmement familiers ; il a commenté l'œuvre des six jours de la Création, telle que la raconte le premier chapitre de la Genèse. Mais quelle audace en la pensée néo-platonicienne qui inspire tout ce commentaire, et quelle liberté en l'interprétation des textes de l'Écriture !

Cette audace et cette liberté extrêmes ne sont pas, d'ailleurs, sans péril pour le Philosophe de Charles le Chauve ; afin de se garder de l'hérésie, il n'a pas la sûre perception du dogme catholique qui avait si bien servi le Pseudo-Aréopagite ; aussi lui arrive-t-il souvent de s'égarer hors de l'orthodoxie ; le Néo-platonisme de son Περὶ Φύσεως μερισμοῦ aboutit au Panthéisme, et son traité *De Eucharistia* fut, au dire de Vincent de Beauvais, censuré au concile de Verceil.

Mais ce n'est point des théories métaphysiques et théologiques de Scot Érigène que nous avons affaire ; ce qu'il a enseigné touchant les astres et les éléments doit seul nous occuper.

L'enseignement de Scot sur ces questions de Physique porte la marque des sources auxquelles il a puisé

et dont beaucoup n'étaient pas connues de ses prédécesseurs immédiats.

Si Denys l'Aréopagite et son commentateur Maximus sont les principaux inspirateurs théologiques de Scot Érigène, celui-ci ne dédaigne pas les autres Pères de l'Église ; en particulier, il tient grand compte de ce qu'ils ont dit sur le Ciel et les éléments. Il cite très fréquemment les *Homélies sur l'Hexæmeron* de saint Basile ; il cite également les écrits de saint Grégoire de Nysse qu'il croit être le même que saint Grégoire de Nazianze (1).

Comme le vénérable Bède, Jean Scot connaît et cite l'*Histoire naturelle* de Pline l'Ancien (2). Mais il connaît et cite également (3) la *Géographie* de Ptolémée que ses prédécesseurs semblent avoir ignorée. Aux renseignements extraits de Pline et de Ptolémée, il joint ceux que lui fournit Martianus Capella (4). Ce dernier auteur, nouvellement révélé, sans doute, aux chrétiens d'Occident, semble avoir particulièrement intéressé Scot Érigène, qui en a commenté certains écrits ; ce commentaire a été partiellement publié par B. Hauréau (5).

La *Géographie* de Ptolémée, le *Satyricon* de Martianus Capella ne sont pas les seuls écrits anciens dont la mention apparaisse pour la première fois dans le Περὶ Φύσεως μερισμοῦ.

Les *Catégories* d'Aristote sont souvent invoquées (6) en l'ouvrage du Philosophe de Charles le Chauve.

(1) Joannis Scoti *De divisione naturæ* liber tertius, 38 [Joannis Scoti *Opera* accurante Migne (*Patrologiæ latinæ* t. CXXII), col. 835].

(2) Jean Scot, *Op. laud.*, lib. III, 33 et 37 ; *loc. cit.*, col. 719 et col. 735.

(3) Jean Scot, *Op. laud.*, lib. III, 33 ; *loc. cit.*, col. 719.

(4) Jean Scot, *Op. laud.*, lib. III, 33 ; *loc. cit.*, col. 719.

(5) B. Hauréau, *Commentaire de Jean Scot Erigène sur Martianus Capella* (*Notices et extraits des manuscrits de la Bibliothèque Nationale et d'autres bibliothèques*, t. XX, 2e partie, p. 1, 1865).

(6) Joannis Scoti *De divisione naturæ* liber primus, 22, 23, 24 [Joannis Scoti *Opera* accurante Migne (*Patrologiæ latinæ* t. CXXII), coll. 469-470].

Celui-ci, cependant, n'a peut-être pas une connaissance directe du traité composé par le Stagirite ; peut-être ne le connaît-il que par l'intermédiaire du *Commentaire* de saint Augustin, qu'il cite explicitement (1).

Enfin, Scot invoque d'une manière très fréquente les doctrines du *Timée* de Platon ; mais ce célèbre dialogue, il ne le connaît, nous en aurons la preuve, que par l'intermédiaire de la traduction et du commentaire dont Chalcidius est l'auteur.

Le Philosophe de Charles le Chauve lit donc plusieurs écrits grecs ou latins dont Isidore de Séville ni Bède n'avaient pas la moindre connaissance ; les doctrines qu'il professe sur les astres et les éléments montrent divers reflets de ces nouvelles influences.

II

CE QUE CHALCIDIUS, MACROBE ET MARTIANUS CAPELLA ENSEIGNAIENT TOUCHANT LES MOUVEMENTS DE VÉNUS ET DE MERCURE

Jean Scot Érigène puisait donc certaines de ses connaissances astronomiques dans le *Commentaire au Timée de Platon* composé par Chalcidius et dans la compilation réunie par Martianus Capella. Or, en l'un comme en l'autre de ces livres, il trouvait l'indication d'une très remarquable théorie des planètes ; il apprenait que certains astronomes anciens, devançant Copernic et Tycho Brahé, avaient eu l'idée de prendre le centre du Soleil pour centre des mouvements de Mercure et de Vénus.

Cette même théorie, un autre écrivain latin de la décadence, Macrobe, l'avait également adoptée. Il ne

(1) Jean Scot, *Op. laud.*, 50 ; *loc. cit.*, col. 493.

paraît pas que Scot Érigène ait eu connaissance de Macrobe ; mais, peu après lui, le *Commentaire sur le Songe de Scipion* composé par cet auteur se répandra dans les écoles de la chrétienté occidentale ; on le lira avec une extraordinaire ardeur.

Il nous a paru utile de réunir ici ce que Chalcidius, Macrobe et Martianus Capella ont enseigné touchant les mouvements des planètes Mercure et Vénus ; nous verrons, en effet, combien cet enseignement a séduit Scot Érigène et ses successeurs.

L'idée de faire circuler Mercure et Vénus autour du Soleil a, sans doute, été suggérée aux anciens par cette remarque que Mars, Jupiter et Saturne peuvent être observés à toute distance du Soleil, tandis que Mercure et Vénus ne s'en peuvent jamais écarter que d'un certain nombre de degrés soit vers l'orient, soit vers l'occident (1), que chacune de ces planètes oscille sans cesse entre deux limites équidistantes du Soleil.

Il semble que cette hypothèse ait été énoncée pour la première fois par Héraclide du Pont, dit aussi Héraclide le Platonicien. Cet écrivain fécond (2) était assurément déjà né en l'an 373 avant J.-C., et sa vie se prolongea certainement au delà de l'an 330. Son rôle est fort grand dans l'histoire des hypothèses astronomiques ; nous avons eu à l'apprécier lorsque nous avons traité des systèmes héliocentriques chez les anciens.

« A propos (3) d'un passage du *Timée* de Platon sur les planètes de Vénus et de Mercure, Chalcidius (4)

(1) La distance angulaire entre le Soleil et Mercure ne dépasse pas 29° ; Vénus ne s'écarte pas du Soleil de plus de 47°.

(2) Th. H. Martin, *Mémoires sur l'histoire des hypothèses astronomiques chez les Grecs et les Romains*. Première Partie : *Hypothèses astronomiques des Grecs avant l'époque Alexandrine*, ch. V, § 3 (Mémoires de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, t. XXX, 2e partie, 1881).

(3) Th. H. Martin, *loc. cit.*, ch. V, § 4.

(4) Chalcidii *Timaeus Platonis translatus, et in eumdem commentarius*, cc. CVIII-CXI. Cf. Theonis Smyrnaei Platonici *Liber de Astronomia cum Sereni fragmento*. Textum primus edidit, latine vertit, descriptionibus geo-

expose comment Héraclide du Pont, s'écartant de la doctrine platonicienne, expliquait géométriquement les mouvements apparents de Vénus. Évidemment, bien que Chalcidius ne le dise pas, une construction géométrique semblable devait être appliquée par Héraclide à Mercure ; mais il suffisait à Chalcidius de citer Vénus comme exemple. Il est possible que cet écrivain latin ait pris lui-même ce passage dans l'ouvrage grec d'Héraclide *Sur la Nature* ou dans quelque autre de ses ouvrages, et qu'il l'ait traduit ou résumé. Mais il est possible aussi que Chalcidius, attentif à dissimuler ses fréquents plagiats, ait trouvé le résumé tout fait chez quelque auteur grec, et qu'il n'ait eu que la peine de le traduire. Quoi qu'il en soit, ce résumé clair et intelligent doit venir de bonne source, et il faut savoir gré à Chalcidius de nous avoir conservé un renseignement si précieux qui, autrement, serait perdu pour nous. »

Chalcidius suppose (1) que les divers astres errants décrivent des épicycles sur des déférents concentriques au Monde ; puis il ajoute : « Héraclide du Pont, en attribuant un cercle épicycle à Lucifer (Vénus) et un autre au Soleil, et en donnant à ces deux cercles épicycles un même centre, a démontré que Lucifer devait se trouver tantôt au-dessus du Soleil et tantôt au-dessous. » Le commentateur du *Timée* montre, en outre, que si l'on mène du centre de la Terre deux tangentes à l'épicycle de Vénus, l'angle de ces deux

metricis, dissertatione et notis illustravit Th. H. Martin ; accedunt nunc primum edita Georgii Pachymeris *e libro astronomico delecta fragmenta* : accedit etiam Chalcidii *locus ex Adrasto vel Theone expressus*. Parisiis, MDCCCXLIX. Appendix altera, continens de Mercurii et Veneris motibus Chalcidii locum, qui ex Adrasti vel Theonis deperdito opere aliquo expressus videtur, pp. 417-425.

(1) Voir le passage de Chalcidius en l'ouvrage cité de Th. H. Martin ou bien encore au livre suivant : Chalcidii V. C. *Commentarius in Timæum Platonis*, CIX, CX, CXI (*Fragmenta philosophorum græcorum* collegit F. A. G. Mullachius, vol. II, pp. 206-207. Parisiis, Ambrosius Firmin Didot, 1867).

tangentes détermine l'amplitude de l'oscillation que cette planète semble effectuer de part et d'autre du Soleil.

Comme le remarque fort justement Th. H. Martin, il serait invraisemblable qu'en attribuant à Vénus un tel mouvement, Héraclide n'eût point étendu une supposition semblable à Mercure. En tous cas, nous l'allons voir, les philosophes grecs ou latins qui ont adopté son hypothèse l'ont toujours entendue à la fois de Vénus et de Mercure.

Héraclide du Pont, ou quelqu'un des astronomes hellènes qui l'ont suivi, a-t-il étendu cette même hypothèse aux trois planètes supérieures, à Mars, à Jupiter et à Saturne ? A-t-il attribué à toutes les étoiles errantes un mouvement de révolution autour du Soleil, tandis qu'il laissait la Lune et le Soleil tourner autour de la Terre immobile ? A-t-il, en un mot, construit de toutes pièces le système qu'à la fin du XVIe siècle, Tycho Brahé devait proposer ? A cette question, M. Schiaparelli a cru pouvoir répondre affirmativement (1). Son opinion, suggérée par des conjectures d'une extrême ingéniosité, est loin d'être dénuée de vraisemblance. Toutefois, aucun texte ne lui confère la certitude. Si l'hypothèse d'Héraclide s'est trouvée, dès l'Antiquité, généralisée au point d'engendrer le système tychonien, les anciens ne nous en ont point laissé le témoignage formel, en sorte que cette théorie a bien pu être conçue, mais qu'elle n'a pu, assurément, exercer aucune influence sur la formation du système de Copernic ou du système de Tycho Brahé.

Il n'en est pas de même de cette théorie réduite aux

(1) Giovanni Schiaparelli, *Origine del Sistema planetario eliocentrico presso i Greci* (MEMORIE DEL ISTITUTO LOMBARDO DI SCIENZE E LETTERE, Classe di Scienze matematiche e naturali, vol. XVIII, p. 61 ; 1898). — On trouve un excellent résumé des recherches de M. Schiaparelli dans : J. Thirion, S. J., *L'évolution de l'Astronomie chez les Grecs*, Paris, 1901.

seuls mouvements de Mercure de Vénus. Restreinte à ces deux astres, elle n'a jamais été oubliée des astronomes grecs et romains, parmi lesquels elle semble avoir recruté de nombreux adhérents.

Th. H. Martin pense que Chalcidius avait emprunté à quelque ouvrage perdu d'Adraste d'Aphrodisias ou de Théon de Smyrne le résumé qu'il nous a transmis de la doctrine d'Héraclide du Pont. Ce qui est certain, c'est que Théon de Smyrne, dans une partie de son *Astronomie* où il ne fait que résumer les enseignements d'Adraste, se montre (1) nettement favorable à cette doctrine :

« Quant au Soleil, à Vénus et à Mercure, dit-il, il est possible que chacun de ces astres ait deux sphères propres, que les sphères creuses des trois astres, animées de la même vitesse, parcourent dans le même temps, d'un mouvement rétrograde, la sphère des étoiles fixes, et que les sphères pleines [les épicycles] aient toujours leurs centres sur la même ligne droite [issue du centre du monde], la sphère pleine du Soleil étant la plus petite, celle de Mercure étant plus grande, et celle de Vénus encore plus grande.

» Il se peut aussi qu'il n'y ait qu'une seule sphère creuse commune aux trois astres et que les trois sphères solides [les trois épicycles] contenues dans l'épaisseur de celle-là n'aient qu'un seul et même centre ; la plus petite serait la sphère vraiment pleine du Soleil, autour de laquelle serait celle de Mercure ; viendrait ensuite, entourant les deux autres, celle de Vénus qui achèverait de remplir l'épaisseur de la sphère creuse commune...

(1) Theonis Smyrnaei Platonici *Liber de Astronomia*, cap. XXXIII, éd. Th. H. Martin, pp. 294-299. — Théon de Smyrne, philosophe platonicien, *Exposition des connaissances mathématiques utiles pour la lecture de Platon*, traduite par J. Dupuis ; Paris, 1892. Troisième Partie : *Astronomie*, c. XXXIII, pp. 300-303.

» On comprendra que cette position et cet ordre sont d'autant plus vrais que le Soleil essentiellement chaud est le foyer du Monde, en tant que Monde et animal, et pour ainsi dire le cœur de l'Univers, à cause de son mouvement, de son volume et de la course commune des astres qui l'environnent.

» Car dans les corps animés, le centre du corps, c'est-à-dire de l'animal, en tant qu'animal, est différent du centre du volume. Par exemple, pour nous qui sommes, comme nous l'avons dit, hommes et animaux, le centre de l'être animé est dans le cœur toujours en mouvement et toujours chaud et, à cause de cela, source de toutes les facultés de l'âme, cause de la vie et de tout mouvement local, source de nos désirs, de notre imagination et de notre intelligence. Le centre de notre volume est différent : il est situé vers l'ombilic.

» De même, si l'on juge des choses les plus grandes, les plus dignes et les plus divines, par comparaison avec les choses les plus petites, qui sont fortuites et périssables, le centre du volume du Monde universel sera la Terre froide et immobile ; mais le centre du Monde, en tant que Monde et animal, sera dans le Soleil, qui est en quelque sorte le cœur de l'Univers, et d'où l'on dit que l'âme du Monde prit naissance pour pénétrer jusqu'aux parties extrêmes. »

« La Lune étant la planète la plus rapprochée de la Terre, dit Théon en un autre endroit (1), peut passer devant tous les autres astres qui sont au-dessus d'elle ; elle nous cache, en effet, les planètes et plusieurs étoiles, lorsqu'elle est placée en ligne droite entre notre vue et ces astres, et elle ne peut être cachée par aucun d'eux. Le Soleil peut être caché par la Lune, et lui-même peut cacher tous les autres astres, la Lune exceptée, d'abord

(1) Théon de Smyrne, *Astronomie*, c. XXXVII. Édit. Th. H. Martin, pp. 310-313 ; édit. J. Dupuis, pp. 310-313.

en s'approchant et en les noyant dans sa lumière, et ensuite en se plaçant directement entre eux et nous. Mercure et Vénus cachent les astres qui sont au-dessus d'eux, quand ils sont pareillement placés en ligne droite entre eux et nous ; ils paraissent même s'éclipser mutuellement, suivant que l'une des deux planètes est plus élevée que l'autre, à raison des grandeurs, de l'obliquité et de la position de leurs cercles. Le fait n'est pas d'une observation facile, parce que les deux planètes tournent autour du Soleil et que Mercure en particulier, qui n'est qu'un petit astre, voisin du Soleil et vivement illuminé par lui, est rarement apparent. Mars éclipse quelquefois les deux planètes qui lui sont supérieures, et Jupiter peut éclipser Saturne. Chaque planète éclipse d'ailleurs les étoiles au-dessous desquelles elle passe dans sa course. »

La théorie proposée par Héraclide du Pont pour figurer les mouvements de Vénus et de Mercure paraît avoir trouvé faveur auprès de divers auteurs latins. Vitruve en parle comme il le ferait d'un système généralement adopté : « L'étoile de Vénus et celle de Mercure, dit-il (1), faisant leur révolution autour du Soleil qui leur sert de centre, reviennent sur leurs pas et retardent dans certains cas. »

De Macrobe, on sait peu de choses, si ce n'est qu'il était en 422 grand maître de la garde robe *(præfectus cubiculi)* de Théodose le Jeune. Son commentaire au *Songe de Scipion* de Cicéron renferme de nombreux renseignements sur les hypothèses astronomiques des anciens ; en particulier, l'hypothèse d'Héraclide du Pont y est très complètement exposée. Après avoir rappelé quelles particularités présentent les mouvements de Vénus et de Mercure, après avoir justifié par là le titre de *compagnons* du Soleil que Cicéron leur a attribué,

(1) M. Vitruvii Pollionis *De architectura libri X*, lib. IX, cap. I.

Macrobe poursuit en ces termes (1) : « La raison de ces effets n'a point échappé à la perspicacité des Égyptiens (2) ; la voici : Le cercle [l'épicycle] que parcourt le Soleil est enveloppé par le cercle de Mercure, à l'intérieur duquel il se trouve ; à son tour, le cercle de Vénus, plus étendu, entoure celui de Mercure. Lors donc que ces deux étoiles parcourent les arcs supérieurs de leurs épicycles, elles se trouvent au-dessus du Soleil ; lorsqu'au contraire elles décrivent les parties inférieures de ces mêmes cercles, le Soleil se trouve au-dessus d'elles. Ceux donc qui leur ont attribué des sphères situées au-dessous de celle du Soleil, ont cru qu'il en était ainsi en observant la partie du cours de ces astres qui se trouve être inférieure au Soleil ; cette partie est, en effet, celle qui se remarque davantage, qui apparaît plus aisément ; lorsqu'au contraire ces planètes se trouvent en la partie supérieure de leur cercle, leur éclat se trouve plus effacé par les rayons du Soleil ; c'est pourquoi cet avis a prévalu et pourquoi presque tout le monde a fait usage de cet ordre [qui met Vénus et Mercure au-dessous du Soleil] ; mais une observation plus perspicace reconnaît quel est l'ordre véritable. »

Martianus Capella vivait en 177, peu de temps donc après Macrobe. C'est probablement à Térentius Varron qu'il emprunte le huitième livre de ses *Noces de la Philologie et de Mercure* et, en particulier, les allusions qui y sont faites à la théorie d'Héraclide du Pont : « Trois des planètes, dit Capella (3), ainsi que le Soleil et la Lune, se meuvent autour de la Terre ; mais Vénus et Mercure ne se meuvent point autour de la Terre... En effet, bien que Mercure et Vénus nous manifestent

(1) Ambrosii Theodosii Macrobii *Commentariorum in Somnium Scipionis* lib. I, cap. XIX.

(2) Macrobe entend sans doute par là les astronomes d'Alexandrie.

(3) Martiani Minnei Felicis Capellae *De nuptiis Philologiae et Mercurii libri IX*, lib. VIII, pp. 854 et 857.

chaque jour leur lever et leur coucher, les cercles qu'ils décrivent n'entourent aucunement la Terre ; ils décrivent autour du Soleil un circuit plus ample que cet astre ; c'est le Soleil qu'ils prennent pour centre de leurs cercles respectifs. Ces deux planètes se trouvent donc parfois au-dessus du Soleil ; mais, la plupart du temps, elles se trouvent au-dessous de cet astre et plus rapprochées de la Terre qu'il ne l'est... Lorsque ces planètes sont au-dessus du Soleil, la plus proche de la Terre est Mercure ; c'est Vénus, au contraire, lorsqu'elles sont au-dessous du Soleil, car Vénus est portée par une orbite plus vaste et plus étendue. »

III

LA PHYSIQUE DE JEAN SCOT ÉRIUGÈNE

Avant d'examiner ce que Jean Scot a gardé des enseignements astronomiques des anciens, arrêtons-nous un moment à ce qu'il a dit des éléments ; c'est un chapitre essentiel de sa Philosophie.

Au point de départ de la création, il faut, selon Scot Érigène (1), placer l'*Universalité de la créature ;* Dieu est la cause de cette Universalité ; il lui donne l'être ; elle existe éternellement en lui ; il ne la précède pas dans le temps ; il lui est seulement antérieur par la raison, en tant qu'il l'a formée.

Cette Universalité, éternellement subsistante au sein du Verbe divin, est l'ensemble des *raisons* ou *causes primordiales* des choses (2) ; ces raisons des choses, Scot les identifie aux ἰδέα platoniciennes.

Au sein du Verbe divin, l'Universalité de la création

(1) Joannis Scoti Eriugenæ *De divisione naturæ* liber tertius, 8 [Joannis Scoti *Opera* accurante Migne (*Patrologiæ latinæ* t. CXXII), col. 639].

(2) Scot Érigène, *Op. laud.*, lib. III, 9 ; *loc. cit.*, col. 642.

est un individu unique et indivisible ; le Verbe divin est l'unité indivise de toutes choses, car il est lui-même toutes choses. En même temps qu'il est absolument simple, le Verbe est infiniment multiple, car il est répandu en toutes choses et ces choses ne subsistent que parce qu'il est répandu en elles.

Ces raisons éternelles des choses, dont l'ensemble forme l'Universalité de la création, « sont les causes de toutes les choses visibles et invisibles (1) ; il n'y a rien, dans tout l'ordre des choses naturelles, qui puisse être perçu par les sens, par la raison ou par l'intelligence, et qui ne procède de ces causes, qui ne subsiste par elles. »

Parmi elles sont des corps simples, indivisibles, inaccessibles à toute perception ; des grandeurs et qualités de ces corps rationnels se forment, en premier lieu, les éléments que Scot nomme *catholiques* ou *universels*.

Ces éléments catholiques, à leur tour, s'uniront entre eux pour former tous les corps composés du Monde sensible.

Les corps rationnels et éternels, causes primordiales des éléments simples, sont assurément de nature spirituelle (2). Au contraire les corps mixtes, soumis à la génération et à la corruption, sont d'une nature exclusivement corporelle. Entre les uns et les autres se trouvent les éléments catholiques. « Ceux-là ne sont pas entièrement de nature corporelle car, pour former les corps, il faut qu'ils soient corrompus par leur mutuelle union ; ils ne sont pas non plus absolument exempts de cette nature, puisque tous les corps proviennent d'eux et se résolvent en eux. On ne peut pas davantage dire qu'ils soient pleinement spirituels, puisqu'ils ne sont pas tout à fait exempts de nature corporelle ; cepen-

(1) Jean Scot Érigène, *Op. laud.*, lib. III, 14 ; *loc. cit.*, coll. 663-664.
(2) Jean Scot Érigène, *Op. laud.*, lib. III, 26 ; *loc. cit.*, col. 695.

dant ils sont esprits en quelque mesure, puisqu'ils subsistent par des causes primordiales qui sont purement spirituelles. »

Au travers de cette hiérarchie formée par les causes primordiales, les éléments universels et les corps mixtes, se produit un continuel mouvement de synthèse, d'analyse, de transmutation (1) : « Les causes descendent pour se transformer en éléments, les éléments en corps ; à leur tour, les corps dissociés rejaillissent, par l'intermédiaire des éléments, jusqu'aux causes primordiales ; enfin les corps eux-mêmes se transforment les uns dans les autres. »

Les éléments simples ou catholiques sont au nombre de quatre (2) : « Les Grecs les ont nommés πῦρ, ἀὴρ, ὕδωρ, γῆ, c'est-à-dire *feu*, *air*, *eau* et *terre*, du nom des quatre grands corps qui sont formés au moyen de ces éléments. »

Mais ces éléments ne servent pas seulement à former notre feu, notre air, notre eau, notre terre et les corps plus petits en lesquels se divisent ces quatre grands corps ; ils forment aussi le Ciel et les corps célestes (3) : « Ces corps, en effet, que nous nommons célestes et éthérés, semblent être spirituels et incorruptibles ; cependant, comme leur existence a eu pour commencement la génération et la composition, ils arriveront certainement un jour à la dissociation et à la destruction. »

Ainsi (4) « ces quatre éléments simples, absolument purs, inaccessibles à tout sens corporel, sont répandus partout ; en se compénétrant les uns les autres d'une manière invisible, en s'unissant selon certaines proportions, ils forment tous les corps sensibles, les corps

(1) Jean Scot Érigène, *Op. laud.*, lib. III, 26 ; *loc. cit.*, col. 696.
(2) Jean Scot Érigène, *Op. laud.*, lib. III, 32 ; *loc. cit.*, col. 712.
(3) Jean Scot Érigène, *Op. laud.*, lib. III, 27 ; *loc. cit.*, col. 701.
(4) Jean Scot Érigène, *Op. laud.*, lib. III, 32 ; *loc. cit.*, col. 712.

éthérés et les corps aériens aussi bien que les corps aqueux et les corps terrestres, les grands corps aussi bien que les corps de moyenne dimension et les corps plus petits. Toute la sphère céleste, dirai-je, tout ce qui se trouve en elle et tout ce qui, de la surface au centre, est contenu en la cavité qu'elle enceint, tout cela est né par le concours des éléments catholiques ; tout ce qui, au cours des siècles, naît des transformations des choses corruptibles, provient de ces éléments et retourne à ces éléments. »

On ne saurait trouver aucun corps qui ne soit formé par le concours de ces quatre éléments (1). Ce ne sont pas certains corps qui sont formés par certains éléments, mais tous les corps qui sont formés par tous les éléments : « *Non quædam ex quibusdam, sed omnia ex omnibus confluunt.* »

Ces éléments purs et universels sont doués, chacun, d'une qualité ; aux quatre éléments correspondent ainsi quatre qualités, deux à deux opposées, qui sont le chaud et le froid, le sec et l'humide : « Lors donc qu'on les conçoit isolément (2), qu'on les considère comme purs et séparés les uns des autres, ces éléments semblent être contraires les uns aux autres... Mais lorsqu'ils se mêlent les uns aux autres, par une harmonie admirable et ineffable, ils réalisent les compositions de toutes les choses visibles. »

« Bien que certaines qualités (3) soient plus sensibles en certains corps et d'autres moins sensibles, cependant le concours *(synodus)* des éléments catholiques a, en tous les corps, une mesure commune et uniforme. L'Intelligence divine a équilibré avec une parfaite justesse tous les corps du Monde entre deux extrémités opposées, entre l'extrême pesanteur, veux-je dire, et l'ex-

(1) Jean Scot Érigène, *Op. laud.*, lib. III, 32 ; *loc. cit.*, col. 713.
(2) Jean Scot Érigène, *Op. laud.*, lib. III, 29 ; *loc. cit.*, col. 706.
(3) Jean Scot Érigène, *Op. laud.*, lib. III, 32 ; *loc. cit.*, col. 714.

trême légèreté ; c'est entre ces deux extrêmes qu'a été posée la constitution de tous les corps sensibles. Tous les corps reçoivent les qualités terrestres, qui sont la solidité et l'immobilité, dans la mesure où ils participent de la pesanteur ; au contraire, en la mesure où ils retiennent de la légèreté, en cette même mesure ils ont part aux qualités célestes qui sont la rareté et la fluidité. Les corps intermédiaires, ceux dont la pesanteur se balance à égale distance des deux extrêmes, participent également de ces qualités opposées. En ces quatre éléments universels, on trouve le même mouvement, le même repos, la même capacité, la même possession. »

Ces dernières phrases nous rappellent ce que Grégoire de Nysse écrivait en son traité : Περὶ κατασκευῆς ἀνθρώπου. Que ce traité ait bien été, en cette occasion, l'inspirateur de Jean Scot, nous allons en acquérir la certitude ; en un autre passage, le Philosophe de Charles le Chauve reprend des considérations analogues à celles que nous venons de lire ; en les reprenant, il cite le traité *De imagine* ou, plutôt, il le paraphrase ; et sa paraphrase accentue la ressemblance que nous avons signalée entre les pensées de Grégoire de Nysse et celles que développera l'astronome arabe Al Bitrogi.

« Comment se fait-il que seul le centre du Monde, c'est-à-dire la Terre, demeure toujours immobile, tandis que les autres éléments tournent autour de ce centre d'un mouvement éternel ? Cela, dit Jean Scot (1), mérite une sérieuse considération. Nous connaissons, à ce sujet, les opinions qu'ont émises les philosophes profanes et les Pères de l'Église catholique.

» Platon, le plus grand philosophe qui soit au monde, établit en son *Timée*, par une foule de raisons, que ce monde visible est une sorte de grand animal composé

(1) Joannis Scoti Eriugenæ *De divisione naturæ* liber primus, 31 [Joannis Scoti *Opera* accurante Migne (*Patrologiæ latinæ* t. CXXII), col!. 476-477].

d'une âme et d'un corps ; le corps de cet animal est composé des quatre éléments généraux bien connus et des divers corps qu'ils forment en se combinant entre eux ; l'âme de ce même animal est la vie générale qui accroît ou meut tout ce qui est en repos ou en mouvement... L'âme, dit Platon, se meut sans cesse en vue de son corps, afin de le vivifier, de le gouverner, de le mouvoir de diverses manières en combinant et décomposant les corps de façon variée ; en même temps, elle demeure immobile en son état naturel. Éternellement donc et à la fois, elle se meut et reste en repos. C'est pourquoi le corps qu'elle anime, et qui est l'universalité des choses visibles, demeure, d'une part, en une éternelle fixité — et telle est la terre — tandis que, d'autre part, il se meut avec une vitesse éternelle — et telle est la substance éthérée ; il est une autre partie qui ne demeure pas immobile mais ne se meut pas rapidement, et c'est l'eau ; une autre partie se meut rapidement, mais non pas avec une extrême vitesse et c'est l'air. »

L'opinion que Jean Scot vient de rapporter est celle de Platon vue au travers du commentaire de Chalcidius. Le Philosophe de Charles le Chauve poursuit en ces termes :

« Tel est le raisonnement du Philosophe suprême ; il n'est point, je pense, à mépriser, car il est à la fois pénétrant et naturel. Mais le grand saint Grégoire, évêque de Nysse, traite de la même question en son livre *De imagine ;* et il me semble qu'il faille de préférence suivre son avis.

» Le Créateur de l'Univers, dit-il, a constitué ce monde visible entre deux extrêmes contraires l'un à l'autre, entre la gravité et la légèreté, veux-je dire, qui l'une à l'autre s'opposent absolument.

» La terre est constituée au sein de la gravité ; aussi demeure-t-elle sans cesse immobile, car la gravité ne

saurait se mouvoir ; la gravité est placée au centre du Monde ; elle occupe une des extrémités, celle que le centre représente.

» Au contraire, la substance éthérée tourne sans cesse autour du centre avec une indicible vitesse, car la légèreté en constitue la nature ; elle ne saurait demeurer immobile ; elle occupe l'extrême frontière du Monde visible.

» En l'espace intermédiaire, deux éléments ont été placés, l'eau et l'air ; ils se meuvent constamment, mais leur mobilité est atténuée dans un certain rapport entre la gravité et la légèreté, de telle sorte que chacun de ces deux éléments suive plutôt celui des deux corps extrêmes auquel il confine que celui dont il est éloigné. L'eau se meut plus lentement que l'air, parce qu'elle est contiguë à la masse pesante de la terre ; l'air, au contraire, est entraîné plus rapidement que l'eau, parce qu'il se trouve conjoint à la légèreté éthérée.

» Mais, bien que les parties extrêmes du Monde semblent s'opposer l'une à l'autre par la diversité de leurs qualités, elles ne sont pas, cependant, différentes en toutes choses. En effet, bien que la substance éthérée tourne avec une vitesse extrême, le chœur des astres garde une disposition immuable ; en tournant en même temps que l'éther, il ne quitte jamais son lieu naturel et, par là, imite la stabilité de la terre. La terre, au contraire, demeure éternellement en repos ; mais les choses qui naissent d'elles, imitant par là la légèreté de l'éther, sont sans cesse en mouvement ; elles naissent par génération, elles se multiplient dans l'espace et dans le temps, puis elles décroissent, jusqu'à ce qu'en elles se brise le lien entre la forme et la matière. »

Il y a donc à la fois opposition et analogie entre les choses terrestres soumises à la génération et à la corruption, mais privées de mouvement local, et les choses

célestes qui tournent sans cesse sans éprouver aucun changement.

Examinons brièvement ce que Jean Scot professait au sujet du mouvement des astres.

IV

L'ASTRONOMIE DE JEAN SCOT ÉRIUGÈNE

Jean Scot paraît avoir été fort sceptique à l'endroit des diverses théories astronomiques; c'est du moins ce que l'on peut conclure du fragment de dialogue que voici (1) :

« *Le Disciple.* Au sujet des cercles célestes, des distances mutuelles des cieux et des astres, les sages de ce Monde ont professé des opinions nombreuses et diverses ; ils n'ont pu, me semble-t-il, les déduire d'aucune raison certaine. Si quelque chose t'a semblé vraisemblable ou raisonnable à ce sujet, explique-le-moi, je te prie, sans différer.

» *Le Maître :* ... Les questions au sujet desquelles tu m'interroges n'ont suscité jusqu'ici à peu près aucune opinion qui soit appuyée sur la raison et qu'un philosophe quelconque ait tirée pleinement au clair. Ce n'est pas, je pense, que ces philosophes aient manqué d'intelligence ; dans ce cas, en effet, ils ne mériteraient pas le nom de philosophes ou de physiciens ; mais aucun de ceux que nous avons lus jusqu'ici n'a réussi à donner de ces effets des raisons nettes et exemptes de doutes. »

Jean Scot ne donnera donc pas à son disciple toutes les explications qu'il souhaitait d'obtenir au sujet des systèmes astronomiques.

(1) Joannis Scoti *De divisione naturæ*, liber tertius, 33 [Joannis Scoti, *Opera quæ supersunt omnia* (*Patrologie latine* de Migne, t. CXXII), coll. 715-716].

Ce n'est pas, d'ailleurs, que le maître lui refuse tout enseignement astronomique.

Il lui explique en détail (1) comment Érathosthène est parvenu à mesurer la circonférence de la Terre et à attribuer à cette circonférence une longueur de 252 000 stades ; il ajoute (2), ce qui nous permet de douter de ses connaissances en Géométrie : « Si l'on divise ce nombre par 2, on en obtient la moitié, qui est 126 000 stades, lesquels sont contenus dans le diamètre de la Terre. »

Le récit des opérations d'Érathosthène est une amplification de celui qu'a donné Martianus Capella ; le Philosophe de Charles le Chauve sait, d'ailleurs (3), que Pline et Ptolémée ont proposé des évaluations différentes.

Ce chiffre de 126 000 stades que Scot, par suite d'une énorme faute, attribue à la longueur du diamètre terrestre, il le regarde aussi (4) comme mesurant la distance qui sépare la Lune de la surface de la Terre. C'est une évaluation qu'il emprunte à Pline ; mais tandis que Pline se bornait à la mettre sur le compte de Pythagore, Jean Scot Ériugène croit bon d'affirmer qu'« elle est déduite, sans aucune erreur, de l'observation des éclipses de Lune ».

En poursuivant la lecture du grand traité de l'Ériugène, nous trouvons (5) sur la distance de la Terre à la Lune, au Soleil et aux étoiles fixes, des évaluations qui semblent apparaître pour la première fois en la Science chrétienne ; comme celles dont Censorinus, Pline et Martinus Capella nous ont gardé le souvenir, ces éva-

(1) Jean Scot, *loc. cit.*, coll. 716-718.
(2) Jean Scot, *loc. cit.*, col. 718.
(3) Jean Scot, *loc. cit.*, col. 719.
(4) Jean Scot, *loc. cit.*, col. 716 et col. 718.
(5) Joannis Scoti Eriugenæ *De divisione naturæ* liber tertius. 34 [Joannis Scoti *Opera* accurante Migne (*Patrologiæ latinæ* t. CXXII), coll. 722-723].

luations sont tirées de considérations sur l'harmonie des sphères.

En l'échelle musicale que nous propose Scot Érigène, le diamètre terrestre représente un ton ; de la surface de la Terre au ciel des fixes, il doit y avoir une octave de six tons ou six diamètres terrestres ; le Soleil partage cette octave en deux quartes de trois tons, en sorte que trois diamètres terrestres séparent le centre du Soleil de la surface de la Terre ; enfin un ton ou un diamètre terrestre s'étend de la surface de la Terre au centre de la Lune ; par ce calcul, les rayons de l'orbe lunaire, de l'orbe solaire et de l'orbe des étoiles fixes valent respectivement 3 fois, 7 fois et 13 fois le rayon terrestre.

Les nombres ainsi proposés par Jean Scot ne coïncident ni avec ceux de Censorinus, ni avec ceux de Pline, ni avec ceux de Capella ; nous pouvons donc hésiter au sujet de la source à laquelle notre auteur a puisé. Les écrits de Pline et de Capella étaient à la fois en sa possession ; entre leurs évaluations, il a dû adopter une sorte de compromis.

Lisant Pline, Jean Scot sait naturellement ce que Bède avait déjà lu dans cet auteur ; il sait que les astres errants ne demeurent pas toujours à égale distance de la Terre ; du moins écrit-il (1) que « la Lune est parfois un peu plus distante de la Terre, et cela quand elle se trouve dans le signe du Taureau ; c'est en ce signe, en effet, qu'est, pense-t-on, sa plus grande abside, c'est-à-dire la plus grande hauteur du cercle qu'elle parcourt ».

Venons au passage le plus important de toute l'astronomie de Jean Scot.

En même temps qu'elles suivent leur cours, les planètes changent de couleur ; d'où vient cette teinte

(1) Joannis Scoti *Op. laud.*, lib. III, 33 ; *loc. cit.*, col. 717.

variable ? C'est une question à laquelle Bède le Vénérable avait proposé (1) la réponse suivante :

« La couleur d'un astre errant est modifiée en raison de sa distance à la Terre ; cette couleur a une certaine ressemblance avec le fluide au sein duquel l'astre pénètre ; le passage en un orbe différent lui communique une teinte différente ; un orbe plus froid fait pâlir la planète ; un cercle plus chaud la fait rougir ; une région propice aux vents lui communique une nuance horrible ; elle s'assombrit et devient plus obscure lorsqu'elle s'approche du Soleil, ou bien encore lorsqu'elle se trouve unie à son abside, qui est le point extrême de son orbite. »

Ce même problème de la couleur variable des planètes préoccupe Jean Scot ; il se relie pour lui à la question si vivement débattue des eaux supra-célestes, eaux dont il se refuse à admettre l'existence.

« Certaines personnes, dit Jean Scot (2), pensent qu'il existe des eaux très ténues au-dessus du firmament, c'est-à-dire au-dessus des chœurs des astres. Mais la considération des gravités et de l'ordre que les éléments doivent présenter réfute leur opinion. D'autres veulent que des eaux réduites à l'état de vapeur et presque incorporelles se trouvent au-dessus du ciel, et ils tirent argument de la teinte pâle des étoiles. Les étoiles, disent-ils, sont froides, et c'est pourquoi elles sont pâles ; mais, ajoutent-ils, il n'y a pas de froid là où la substance de l'eau fait défaut. Ils ne réfléchissent guère à ce qu'ils disent ; car là où le feu existe en substance, règne le froid... La puissance du feu est chaleur là où elle brûle ; mais elle est froide là où elle ne brûle pas ; et elle ne brûle pas là où elle ne rencontre pas une matière en laquelle elle puisse brûler et qu'elle

(1) Bedæ Venerabilis *De natura rerum*. Cap. XV [Bedæ Venerabilis *Operum*, accurante Migne, tomus I (*Patrologiæ latinæ* tomus XC), coll. 250-251].

(2) Joannis Scoti *Op. laud.*, lib. III, 27 ; *loc. cit.*, coll. 697-698.

puisse consumer. Les rayons solaires ne brûlent pas lorsqu'ils se répandent dans les espaces éthérés, car, en cette substance très subtile et spirituelle, ils ne trouvent pas de matière qui leur permette de brûler. Mais lorsqu'ils descendent en la région de l'air plus dense, il semble qu'ils trouvent une matière en laquelle ils puissent opérer ; ils commencent alors à devenir ardents ; au fur et à mesure qu'ils pénètrent en des corps plus épais, ils exercent plus vivement leur pouvoir de brûler au sein de ces corps que la force de la chaleur dissout ou peut dissoudre...

» Ainsi donc les corps célestes, éthérés, purs et spirituels qui résident dans les régions supérieures du Monde, sont constamment lumineux, mais ils sont exempts de toute chaleur, en sorte qu'ils sont froids et pâles.

» De même, la planète qui a reçu le nom de Saturne et qui est voisine des chœurs des astres fixes est dite froide et pâle.

» Quant au corps du Soleil, il occupe la région médiane du Monde, car, disent les philosophes, il y a autant de distance de la Terre au Soleil que du Soleil aux étoiles fixes. Le Soleil possède donc une sorte de nature moyenne. Des natures inférieures, il reçoit un certain caractère massif ; des natures supérieures, il reçoit quelque chose de spirituel et de subtil qui le fait subsister. Il réunit en lui, pour ainsi dire, les qualités contraires des deux régions du Monde, de la région inférieure et de la région supérieure ; ces qualités opposées le maintiennent, en quelque sorte, comme l'objet que l'on pèse en une balance ; il ne peut quitter son lieu naturel, car la gravité de la région inférieure l'empêche de monter, tandis que la légèreté de la région supérieure lui interdit de descendre. C'est aussi pourquoi il paraît être d'une couleur resplendissante, intermédiaire entre la nuance pâle et le rouge ; et, pour

maintenir cette splendeur au degré convenable, il reçoit une part de la pâleur des étoiles froides qui sont au-dessus de lui, une part de la rougeur des corps chauds qui se trouvent au-dessous.

» Quant aux planètes qui tournent autour du Soleil, elles prennent des couleurs différentes selon la qualité des régions qu'elles traversent ; je veux parler de Jupiter, de Mars, de Vénus et de Mercure qui, sans cesse, circulent autour du Soleil, comme l'enseigne Platon dans le *Timée*. Lors donc que ces planètes sont au-dessus du Soleil, elles nous montrent des visages clairs ; elles nous les montrent rouges lorsqu'elles sont au-dessus.

» La pâleur des étoiles ne nous oblige donc aucunement à admettre que l'élément de l'eau se trouve au-dessus du Ciel ; cette pâleur naît simplement de l'absence de chaleur. »

Au *Timée* de Platon, il ne se trouve rien d'analogue à ce que Jean Scot prétend y trouver ; tous les astres errants y circulent autour de la Terre ; mais Chalcidius, en son *Commentaire sur le Timée*, rapportait, nous l'avons vu, la théorie d'Héraclide du Pont qui fait circuler Vénus autour du Soleil ; c'est assurément ce commentaire seul que Jean Scot lisait et qu'il prenait pour l'expression fidèle de la pensée de Platon.

Aux *Noces de la Philologie et de Mercure*, Martianus Capella donne Vénus et Mercure pour satellites au Soleil, et Jean Duns Scot avait sans doute remarqué le passage où cette opinion est émise.

Mais, du premier coup, le Philosophe de Charles le Chauve va bien plus loin que les sages de l'Antiquité dont il s'inspirait ; ce ne sont pas seulement, selon lui, Vénus et Mercure qui accomplissent leurs révolutions autour du Soleil ; ce sont aussi Mars et Jupiter ; seuls, les étoiles fixes, Saturne, le Soleil et la Lune tournent autour de la Terre. Sauf en ce qui concerne Saturne,

c'est le système de Tycho Brahé que nous voyons s'introduire ainsi en l'Astronomie médiévale, et cela avant la fin du IXe siècle.

Jusqu'à Tycho Brahé, aucun astronome ne poussera, dans cette voie, aussi loin que Jean Scot Eriugène. Mais bon nombre de philosophes du Moyen Age vont donner Vénus et Mercure pour satellites au Soleil. En ce faisant, ils suivront l'inspiration de Chalcidius, de Martianus Capella et aussi, nous l'allons voir, de Macrobe.

V

LA FORTUNE DE MACROBE DANS LES ÉCOLES DU MOYEN AGE

La philosophie néo-platonicienne de Jean Scot Ériugène s'inspire surtout de Chalcidius ; le *Commentaire au Timée*, composé par cet auteur, est, pour le Philosophe de Charles le Chauve, l'expression même de la pensée de Platon, et Platon est le plus grand philosophe qui ait paru dans le monde.

Peu après le temps de Jean Scot, dès la fin du IXe siècle peut-être, dès le Xe siècle à coup sûr, le Néo-platonisme va, dans la Chrétienté latine, se développer sous l'influence non plus seulement de Chalcidius, mais encore d'Ambroise Théodose Macrobe, que l'Ériugène ne semble pas avoir connu.

Le *Commentaire au Songe de Scipion*, composé par Macrobe, paraît avoir joui, pendant toute la durée des Xe et XIe siècles, d'une vogue extraordinaire ; les chrétiens de l'Église latine lisaient cet ouvrage avec passion ; ils y pensaient trouver la quintessence de la sagesse antique.

La faveur extrême en laquelle le *Commentaire au*

Songe de Scipion était tenu au xe siècle nous est attestée par un témoin illustre, par Gerbert, qui devint pape sous le nom de Sylvestre II.

Né vers 930 à Aurillac, Gerbert fut initié aux études en un monastère de sa ville natale ; il acheva de s'instruire en Espagne, près du savant Hatton, évêque de Vich, puis il entra dans l'ordre des Bénédictins ; après s'être attaché à l'empereur Othon I, il revint en France, où Hugues Capet lui confia l'éducation de son fils Robert et l'éleva à l'archevêché de Reims (991) ; depuis 972, Gerbert tenait école en cette ville et prenait, en ses lettres, le titre *Scolasticus remensis*. Il devint ensuite archevêque de Ravenne (997) et, enfin, pape (999). Il mourut en l'an 1003.

Gerbert était, assurément, très soucieux de sciences mathématiques et astronomiques. En sa correspondance (1), il traite de l'Arithmétique, de la Géométrie, de la Musique, des horloges, de la sphère solide propre à l'étude des mouvements célestes. Il a composé un traité sur la Géométrie, et on lui attribue, sans preuve suffisante d'ailleurs, un écrit sur l'astrolabe.

Gerbert connaît les auteurs dont s'inspirait Jean Scot ; il cite (2) l'exposition de Chalcidius sur le *Timée* de Platon et, lorsqu'il invoque (3) l'autorité du *Timée* lui-même, c'est encore par cette exposition qu'il connaît l'œuvre du grand philosophe.

En une lettre adressée à un certain frère Adam, il emprunte (4) à Martianus Capella des renseignements sur la durée du jour.

Mais à la lecture de ces auteurs, il joint celle de Macrobe. En sa Géométrie, se reconnaissent (5) des

(1) Gerberti postea Silvestri II papæ *Opera mathematica* (972-1003). Collegit... Dr. Nicolaus Bubnov. Berolini, 1899.
(2) Gerberti *Geometria*, cap. II, 21 (Gerberti *Opera mathematica*, p. 56).
(3) Gerberti *Geometria*, cap. IV, 23 (Gerberti *Opera mathematica*, p. 93).
(4) Gerberti *Opera mathematica*, p. 39.
(5) Gerberti *Opera mathematica*, p. 56.

fragments empruntés au *Commentaire au Songe de Scipion* ; et le scolastique Adalbold, clerc de l'église de Liége, puis évêque d'Utrecht, écrit (1) à Silvestre II une lettre au sujet de questions géométriques que suggère la lecture de Macrobe.

Le *Commentaire au Songe de Scipion* est donc, dès la seconde moitié du xe siècle, d'usage courant auprès des écolâtres latins. La faveur en laquelle les Scolastiques tenaient cet ouvrage ne fit assurément que croître au cours du xie siècle. Les esprits curieux de science profane lisaient avidement cette compilation où se trouvaient réunies des opinions empruntées aux divers sages de l'Antiquité, et plus ou moins fidèlement rapportées. Cette ardeur à s'enquérir de l'avis des philosophes païens n'était pas sans inquiéter gravement les chrétiens soucieux d'orthodoxie et sévères à l'égard des opinions hérétiques.

Manégold était de ce nombre.

Né vers 1060, Manégold fut élevé à Lutenbach, près Guebwiller ; en 1086, on le trouve en Bavière, où il devient doyen de Raitenbuch ; vers 1090, il revient en Alsace, où il fonde l'abbaye de Marbach ; en 1103, il est abbé de ce monastère.

Partisan convaincu de Grégoire VII, Manégold joua un grand rôle dans l'œuvre de réforme accomplie par ce pape.

On possède, de Manégold, un opuscule (2) écrit contre Wolfelm de Cologne ; Muratori a publié cet écrit.

La cause qui a engagé Manégold à écrire cet opuscule est une conversation qu'il avait eue, autrefois, à Lutenbach, avec Wolfelm. Les idées développées par Macrobe

(1) Gerberti *Opera mathematica*, p. 302.

(2) Magistri Manegaldi *Contra Wolfelmum Coloniensem Opusculum* (*Anecdota quæ ex Ambrosianæ bibliothecæ codicibus nunc primum eruit* Ludovicus Antonius Muratorius. Tomus quartus, pp. 108 seqq. Neapoli, MDCC. LXXVI. Typis Gajetani Castellani).

en son *Commentaire au Songe de Scipion* avaient été le principal sujet de cette conversation (1). « J'ai connu de vous-même l'aveu de votre maladie, en vous adjurant de me dire si votre intelligence se fiait à ces opinions au point de penser qu'elles ne continssent rien que les croyants eussent à condamner... Aussi, je me propose de vous écrire à ce sujet, afin qu'en ces livres et en ces avis dont vous cachez l'erreur, vous connaissiez manifestement la dépravation hérétique qu'ils contiennent. »

Ce que Macrobe a écrit de la sphère céleste, des orbes des planètes, de l'harmonie astrale, de la mesure de la Terre, du Soleil et de la Lune, éveille la méfiance de Manégold (2) ; en particulier, l'auteur néo-platonicien lui paraît soutenir une thèse formellement hérétique lorsqu'il prétend que la Terre contient quatre régions habitables et habitées, sans communication possible les unes avec les autres. Comment les habitants des trois régions auxquelles nous ne pouvons parvenir auraient-ils connaissance du Salut ? Trois races d'hommes l'ignoreraient éternellement, alors que, selon l'enseignement de l'Église, le Sauveur est mort pour tous les hommes.

« Toutes ces choses, poursuit Manégold (3), je les ai lues avec vous, et je vous répétais fréquemment qu'il les faut recevoir comme capables de donner une certaine notion de la sphère du Monde, mais qu'il ne s'y faut pas fier comme si elles étaient défendues par la vérité même. »

Saint Ive, qui fut nommé évêque de Chartres en 1090 et qui mourut en 1115, correspondait avec Mané-

(1) Manegaldi *Opusculum...*, Proœmium, *loc. cit.*, p. 109.

(2) Manegaldi *Opusculum...*, Cap. IV : Quod in mensurando Solem et Lunam, et habitalibus maculis decepti sint ; et si quis inde Macrobio crediderit, in fide facile periclitetur. *Loc. cit.*, p. 113.

(3) Manegaldi *Opusculum...* Cap. V : Quod secundum Apostolum talia probanda sunt, et ad sobrietatem christianæ regulæ revocanda. *Loc. cit.*, p. 114.

gold (1) ; il ne paraît pas cependant que la méfiance de ce dernier à l'égard de Macrobe ait gagné les écoles de Chartres ; en plein XIIe siècle, les écolâtres chartrains continuent à méditer le *Commentaire au Songe de Scipion*.

En la seconde moitié du XIIe siècle, Hugues Métel, qui mourut vers 1157, écrit à un autre Hugues, probablement Hugues de Saint-Jean, qui enseigne à Chartres (2) : « Vous rappelez-vous notre première rencontre et la question que vous m'avez posée alors ? Je rêvais avec Scipion, avec lui je parcourais tout le Ciel, et vous m'avez demandé, si j'ai bonne mémoire, *quid propinquius consideretur circa substantias, an qualitas, an quantitas*. Le passage de Macrobe où j'en étais était celui-ci : *Cogitationi nostræ meanti a nobis ad superos occurrit prima perfectio incorporalitatis in numeris*. Macrobe, m'écriai-je alors, me délivre de votre question, quand il me dit que l'esprit, en montant vers la substance à partir de ce qui est au-dessous, c'est-à-dire des accidents, rencontre d'abord les nombres. C'est ainsi que j'ai été tiré par Macrobe de vos mains, c'est-à-dire des mains d'Hugues le Sophiste qui me voulait circonvenir. »

En cette même lettre, Hugues Métel nous apprend qu'il recueillait avidement les enseignements géographiques et astronomiques de Macrobe, sans se laisser effrayer par les opinions où Manégold flairait l'hérésie : « Autrefois, dit-il (3), je calculais avec les arithméticiens ; je mesurais la Terre avec les géomètres ; je m'élevais aux cieux avec les astronomes, j'en parcourais la vaste étendue des yeux et de l'esprit, j'observais les mouvements des astres, je suivais les sept planètes

(1) Abbé A. Clerval, *Les Écoles de Chartres au Moyen Age (Du Xe au XVIe siècle)*, p. 147 ; Thèse de Paris, 1895.
(2) A. Clerval, *Op. laud.*, pp. 175-176.
(3) A. Clerval, *Op. laud.*, p. 184.

dans leurs courses irrégulières autour du zodiaque. Autrefois, je disputais sur la nature et les propriétés de l'âme... Autrefois, je faisais en esprit le tour du monde, ayant même pénétré jusqu'à la zone torride, où je plaçais des habitants. »

A l'imitation des Wolfelm et des Hugues Métel, les Chartrains lisent assidûment le *Commentaire au Timée* de Chalcidius et le *Commentaire au Songe de Scipion* de Macrobe. Bernard Silvestre de Tours, par exemple, fréquente Chalcidius, Macrobe et Martianus Capella.

Bernard Silvestre a exposé sa doctrine en un curieux ouvrage, écrit en partie en prose et en partie en vers, qu'il a intitulé *De mundi universitate*, et qu'il a offert, entre 1145 et 1153, à Thierry de Chartres.

Le *De mundi universitate* débute par le vers suivant (1) :

Congeries informis adhuc cum Sylva teneret.

Le nom de *Sylva*, donné à la matière première, trahit, dès l'abord, l'influence de Chalcidius ; et Chalcidius semble, en effet, le principal inspirateur de l'œuvre où la pensée de Macrobe ne transparaît nulle part (2) au point de se laisser reconnaître avec certitude.

Il n'en est pas de même des *Commentaires aux six livres de l'Énéide* qu'a composés le même Bernard Silvestre. L'inspiration de Macrobe est avouée par la première phrase même de l'ouvrage, qui est la suivante (3) :

« Une observation minutieuse nous a convaincu

(1) Notice sur *Bernard de Chartres* in *Histoire littéraire de la France*, par les Religieux bénédictins de Saint-Maur. 2e éd., t. XII, p. 270 ; 1869. M. l'abbé Clerval a établi que Bernard Silvestre de Tours, auteur de *De mundi universitate*, n'était pas le même personnage que Bernard de Chartres, frère aîné de Thierry (A. Clerval, *Op. laud.*, pp. 158-162).

(2) Voir les extraits étendus du *De mundi universitate*, que Victor Cousin a donnés et attribués à Bernard de Chartres (V. Cousin, *Fragments philosophiques. Philosophie Scolastique*. Appendice IV. Seconde édition, Paris, 1840, pp. 336-352).

(3) Cf. V. Cousin, *Op. laud.*, pp. 358-359.

qu'en la seule *Énéide*, Virgile avait eu une double doctrine ; la chose est attestée par Macrobe qui a enseigné la véritable philosophie de ce livre sans en oublier la fiction poétique. »

Les Scolastiques qui appartenaient à l'École de Chartres ou se rattachaient à cette École accordaient aux doctrines néo-platoniciennes de Chalcidius et de Macrobe cette confiance aveugle, et singulièrement dangereuse pour l'orthodoxie de leur foi, que Manégold reprochait à Wolfelm.

« Les écolâtres de Chartres, dit M. l'abbé Clerval (1), se tiennent en dehors du dogme dans leur philosophie, et ils firent de la Théologie en partant non de la tradition, mais de leurs principes propres, ou bien ils regardèrent les auteurs profanes comme organes de la Révélation presque au même titre que les auteurs sacrés, et s'efforcèrent de les accorder ensemble. Ils appelaient Platon le Théologien. « Nous expliquons comment s'est » fait ce qui est raconté dans l'Écriture Sainte, » disait Guillaume de Conches. Conformément à ce principe, ils empruntaient aux païens l'explication des mystères et se faisaient fort d'en rendre compte naturellement. Guillaume de Conches, Gilbert de la Porrée, Thierry de Chartres... appliquèrent leurs essais à la Sainte Trinité, d'autres à la création, Thierry prétendit aussi expliquer la Genèse physiquement et littéralement.

» Ni les uns ni les autres ne voulaient être hétérodoxes : au contraire, ils désiraient tous suivre la foi et la servir. Bernard de Chartres rejeta l'éternité de la matière pour rester fidèle à la doctrine des Pères ; Thierry et Gilbert ne s'aperçurent pas d'abord des incompatibilités qui existaient entre leur théorie platonicienne et l'enseignement de l'Église. Ce dernier promit au pape de corriger ses livres. Guillaume de

(1) A. Clerval, *Op. laud.*, pp. 267-268.

Conches, sur la fin, disait en matières dogmatiques : « *Christianus sum, non Academicus.* »

Cette transformation fut due, pour une très grande part, à l'influence de Pierre Lombard et à l'effort qu'il fit pour ramener les théologiens à l'étude de l'Écriture et des Pères ; à combattre ceux qui veulent assujettir les desseins de Dieu aux conséquences de leur philosophie, il consacre toute une Distinction, la XLIIIe du premier livre des *Sentences* : « Certains hommes, dit-il, se faisant gloire de leur sens propre, se sont efforcés de réduire la puissance de Dieu à leur mesure. Ils disent, en effet : Dieu peut jusque là, et non au delà. Qu'est-ce là, sinon réduire à une certaine mesure la puissance de Dieu, qui est infinie ? »

« On comprit seulement (1) après la condamnation de Gilbert et d'Abélard, et après l'apparition des *Sentences* de Pierre Lombard, que l'explication de la foi devait se puiser chez les Pères et dans l'Écriture Sainte, et non chez les philosophes païens. Alors les Chartrains changèrent leur méthode et redevinrent de vrais théologiens, soucieux du sens traditionnel des dogmes. »

Cette transformation, qui mit fin au Néo-platonisme médiéval, ne se produisit qu'au milieu du XIIe siècle : alors cessa l'empire de Chalcidius et de Macrobe ; mais, depuis le temps de Jean Scot Érigène jusqu'à cette époque, l'influence de ces philosophes se fit puissamment sentir et, bien souvent, aux dépens de l'orthodoxie catholique.

Parmi les hérésies que peut engendrer la lecture des philosophes profanes, celles qui concernent l'âme humaine provoquent, au plus haut point, les soucis de Manégold (2). Voici, en effet, les titres des trois premiers chapitres de son *Opuscule contre Wolfelm* :

(1) A. Clerval, *Op. laud.*, p. 9.
(2) Manegaldi *Opusculum*... Capp. I, II et III, *loc. cit.*, pp. 112-114.

« I. Qu'il ne faut pas rejeter toutes les sentences des philosophes, mais seulement celles en lesquelles ils se trompent et nous trompent ; de l'avis particulièrement détestable de Pythagore au sujet de l'âme.

» II. De Platon et des raisonnements enveloppés par lesquels il montre en quoi consiste l'âme et prétend que l'âme pénètre le corps à distance.

» III. Des divers avis des philosophes au sujet de l'âme. »

Au second chapitre, Manégold s'en prend au *Timée* de Platon qu'il connaît, cela va sans dire, par le *Commentaire* de Chalcidius, et au *Commentaire au Songe de Scipion* de Macrobe; Macrobe est encore pris à partie au cours du troisième chapitre.

Et en effet, les chrétiens d'Occident qui lisaient Macrobe trouvaient en cet auteur, très nettement formulés, tous les principes de la doctrine de l'intellect unique qui devait, à partir du XIIIe siècle, constituer la célèbre hérésie averroïste.

Dieu, selon le *Commentaire au Songe de Scipion*, a créé le Νόος ; le Νόος, à son tour, regardant le Père, a créé l'Ame du Monde : de l'Esprit dont elle est née, elle tient son caractère rationnel (λογικόν) ; de sa nature, elle a le caractère sensitif (αἰσθητικόν) et le caractère végétatif (φυτικόν). Par sa vertu rationnelle, elle anime les corps célestes et, aussi, les plus parfaits des corps sublunaires, les hommes. L'homme n'est pas animé par les astres ; il l'est par la source qui anime aussi les astres, c'est-à-dire par la partie de l'Ame du Monde qui émane du pur Esprit. Une raison unique, que l'Ame du Monde tient de l'Esprit, réside donc en tous les astres et en tous les hommes ; en chaque astre, elle demeure perpétuellement ; à la mort de l'homme, au contraire, si elle est pleinement purifiée, elle est débarrassée des liens temporaires qui unissaient une partie de l'Ame du Monde à un corps.

Cette doctrine de l'unité de l'intellect paraît avoir exercé de très bonne heure ses séductions au sein de la Chrétienté latine. Le IXe siècle vit une tentative d'Averroïsme avant Averroès (1) ; le moine hibernais Macarius Scotus semble en avoir été l'initiateur ; l'Hibernie et l'abbaye de Corbie paraissent avoir été les principaux théâtres de la lutte.

La lecture de Macrobe a fort bien pu susciter l'hérésie de Macarius Scotus ; cet auteur aurait donc été connu en Écosse dès le IXe siècle ; de là, par l'intermédiaire de l'abbaye de Corbie, la connaissance du *Commentaire au Songe de Scipion* se serait répandue dans les écoles du continent. On ne saurait s'étonner que ce rôle d'initiateur de l'Europe au Néo-platonisme fût tenu par le pays auquel nous devons Jean Scot.

L'influence de Macrobe ne se bornait pas à suggérer aux Latins des opinions hérétiques sur l'unité de l'intellect ; elle orientait également leurs connaissances astronomiques ; en concordance avec les enseignements de Chalcidius et de Martianus Capella, elle les portait à admettre la théorie d'Héraclide du Pont touchant les mouvements de Vénus et de Mercure.

Ces influences si diverses exercées par la lecture du *Commentaire au Songe de Scipion*, nous allons toutes les reconnaître en un écrit faussement attribué à Bède.

VI

Un disciple de Macrobe. Le Pseudo-Bède et son traité *De mundi constitutione*

On trouve, en général, parmi les œuvres de Bède (2),

(1) Ernest Renan, *Averroès et l'Averroïsme ; essai historique* ; pp. 101-102 ; Paris, 1852.

(2) Bedae Venerabilis *Opera omnia*, tomus I, coll. 881-910 ; (*Patrologie latine* de Migne, t. XC).

un écrit intitulé : *De mundi cælestis terrestrisque constitutione liber*.

Bède ne mentionne pas ce livre au nombre de ses œuvres, dans la liste qu'il a pris soin d'en dresser (1) ; cela seul suffirait à rendre très suspecte l'attribution que l'on en fait au prêtre de Wearmouth. Cette objection n'a pas suffi à convaincre Oudin qui, dans sa *Dissertation sur les écrits de Bède le Vénérable*, déclare (2) que le *Livre de la constitution du monde céleste et terrestre* ne lui paraît pas indigne de cet auteur.

Cependant, un examen, même superficiel, du *De natura rerum liber* et du *De mundi cælestis terrestrisque constitutione liber* suffit à reconnaître que ces deux œuvres ne sont pas sorties de la même main.

Tout d'abord, il serait assez surprenant qu'un même auteur eût écrit deux ouvrages où les mêmes matières fussent traitées, et dans les mêmes proportions ou peu s'en faut. Il serait encore plus surprenant que, sur certaines questions essentielles, ces deux écrits issus d'une même pensée, donnassent des théories absolument disparates ; et c'est, nous le verrons, ce qui arrive ici au sujet des mouvements astronomiques.

Autre étrangeté : l'auteur du *De mundi constitutione* cite, à titre d'autorités, divers écrits de Bède : « Selon Bède au *de temporibus* (3)... Bède (4) dit qu'il y a quatre couleurs différentes » en l'arc-en-ciel.

Mais certaines remarques tranchent le débat sans laisser place à la moindre contestation.

Par deux fois, l'auteur du *De mundi constitutione* mentionne (5) une observation qu'il emprunte, dit-il,

(1) Bède le Vénérable, *loc. cit.*, coll. 38-39.
(2) Bède le Vénérable, *loc. cit.*, col. 76.
(3) Bède le Vénérable, *loc. cit.*, col. 883 : Climata.
(4) Bède le Vénérable, *loc. cit.*, col. 888 : De iride.
(5) Bède le Vénérable, *loc. cit.*, col. 891. De occultatione stellarum ; col. 893 : Quo tempore cursus perficiant planetæ.

aux *Gesta Caroli*, et selon laquelle Mars serait demeuré invisible pendant toute une année.

Il écrit également (1) : « On sait par l'histoire de Charlemagne que Mercure est apparu pendant neuf jours sur le disque solaire sous forme d'une tache. »

En effet, diverses annales du règne de Charlemagne rapportent (2), à la date de 798, l'observation suivante :

« Cette année-là, l'astre que l'on nomme Mars ne put être aperçu en aucune région du ciel, depuis le mois de juillet de l'année précédente jusqu'au mois de juillet de ladite année. »

On lit de même, dans les *Chroniques de Saint-Denis* pour l'année 808 (3) :

« L'estoille de Mercure fu veue emmi le cours du Soleil aussi comme une petite tasche noire en la sesxième kal. d'avril [807], [qui] un poi devant ce [avoit] ot esté moiene ou centre de celle meismes estoille. Si fu veue en tele manière par VII jours, mais l'an ne pout apercevoir quant elle y entra, ne quant elle en issi, pour l'empeechement des nues. »

M. Giovanni Schiaparelli, qui a fait le premier cette remarque (4), en a conclu naturellement que le *De*

(1) Bède le Vénérable, *loc. cit.*, col. 889 : De ordine planetarum.

(2) *Annales Francorum vulgo Petaviani dicti*, anno DCCXCVIII ; *Annales rerum francicarum quæ a Pippino et Carolo Magno regibus gestæ sunt ab anno post Christum natum DCCXLI usque ad annum DCCCXIV*, anno DCCXCVIII ; Adonis Viennensis Archiepiscopi *Chronicon in sexta Mundi ætate*, anno 798 ; *Annales Francorum Mettenses, seu potius chronicon monasterii S. Arnulphi Mettensis*, anno DCCXCVIII (*Recueil des historiens des Gaules et de la France*. Tome cinquième... par Dom Bonquet. Nouvelle édition, Paris, 1869 ; p. 23, p. 51, p. 320 et p. 349).

(3) *Chroniques de Saint Denis* (*Recueil des historiens des Gaules et de la France*, t. V. Nouvelle édition, Paris, 1869, p. 254). Cfr. *Annales Francorum, vulgo Petaviani dicti*, anno DCCCVIII ; *Annales rerum Francicarum quæ a Pippino et Carolo Magno regibus gestæ sunt...*, anno DCCCVIII ; *Annales Francorum Mettenses...*, anno DCCCVIII (*Recueil des historiens des Gaules et de la France*, t. V. Nouvelle édition, Paris, 1869, p. 25, p. 56 et p. 353).

(4) G. V. Schiaparelli, *Le sfere omocentriche di Eudosso, di Callippo e di Aristotele*, IV. (Memorie del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere. Classe di Scienze matematiche e naturali. Vol. XIII, p. 135. Milano).

mundi constitutione liber ne pouvait être de Bède, qu'il avait été écrit au plus tôt au IXe siècle, qu'il était donc postérieur d'au moins un siècle au vénérable prêtre de Wearmouth.

Cet écrit a très profondément subi, nous le verrons, l'influence de Macrobe, qui s'y trouve fort souvent cité ; cette considération nous conduit à penser que l'auteur vivait après Scot Érigène, qui ne paraît pas avoir connu Macrobe ; il nous semble, d'ailleurs, impossible de préciser le temps ni aucune circonstance de la vie de cet auteur.

Nous avons dit qu'en deux chapitres différents du *De mundi constitutione liber*, on retrouvait la mention d'une observation faite sous Charlemagne ; selon cette observation, Mars serait demeuré invisible pendant toute une année.

Nous avons là un exemple du désordre qui se montre en la composition de cette œuvre ; bon nombre de passages se trouvent reproduits, presque textuellement, en deux endroits du livre ; ainsi en est-il des principales théories astronomiques que l'auteur expose. En outre, les dernières pages du livre ne présentent aucun rapport avec ce qui les précède, au point qu'on les prendrait volontiers pour un fragment détaché de quelque autre ouvrage.

Le *Livre de la constitution du Monde céleste et terrestre*, comme le *De Universo* de Raban Maur, se rattache à la tradition qu'a inaugurée le *De natura rerum liber* d'Isidore, qu'a continuée le *De natura rerum liber* de Bède ; nous verrons qu'il a beaucoup emprunté à ces deux livres *Sur la nature des choses* ; mais l'esprit qui a présidé à ces emprunts diffère extrêmement de celui qui a dirigé la rédaction du compilateur de Mayence.

Raban Maur est un mystique. Le Pseudo-Bède est un rationaliste ; de son traité, les interprétations sym-

boliques et allégoriques ont été complètement chassées les citations de l'Écriture et des Pères ont entièrement disparu. Il semble que cet auteur ait conçu nettement l'idée, si familière à partir du XIIIe siècle, d'une science naturelle exclusivement fondée sur les données de la raison et pleinement indépendante de la Révélation.

Cette pensée, si différente de celle qui inspirait Isidore de Séville et surtout Raban Maur, apparaît avec une netteté particulière là même où le Pseudo-Bède subit le plus visiblement l'influence de l'Évêque espagnol. Un exemple nous le montrera.

Après avoir admis qu'un ciel aqueux se trouve au-dessus du firmament, Isidore, à la suite de saint Ambroise, examine cette objection (1) : Comment ces eaux peuvent-elles demeurer au-dessus du firmament dont les divers orbes tournent avec une grande rapidité, alors que cette rotation même devrait avoir pour effet de les répandre ? A l'encontre de cette objection, l'auteur du *De natura rerum liber* ne trouve à invoquer qu'une intervention miraculeuse de la Toute-Puissance divine (2) : « Celui qui, de rien, a pu créer toute chose, n'a-t-il pu fixer dans le Ciel la nature de ces eaux en lui conférant la solidité de la glace ? »

Le Pseudo-Bède, lui aussi, pose l'objection qu'ont examinée successivement Ambroise et Isidore. Mais, pour réfuter cette objection, il propose (3) un certain nombre d'hypothèses qui, toutes, invoquent les lois habituelles de la Physique.

La première de ces hypothèses est bien digne de remarque ; elle est ainsi formulée : « Ces eaux tournent avec tant de vitesse qu'elles ne tombent pas ; c'est ce que chacun peut expérimenter avec un vase plein ; plus

(1) Isidori Hispalensis *De natura rerum liber*, cap. XIV. De aquis quæ super cælos sunt.

(2) Bède le Vénérable, *loc. cit.*, col. 893. De frigore Saturni.

(3) Bède le Vénérable, *loc. cit.*, col. 893. De supercælestibus aquis.

est rapide le mouvement de révolution que la main imprime à ce vase, moins il laisse couler l'eau qu'il contient. » Aristote, lui aussi, cite (1) cette observation ; Empédocle l'invoquait, assure-t-il, lorsqu'il attribuait le repos de la Terre au mouvement du Ciel. Plutarque, de son côté, aurait pu inspirer le Pseudo-Bède ; selon lui (2), c'est le mouvement de révolution de la Lune qui supprime la gravité de cet astre et l'empêche de choir au centre du Monde. Mais il est fort douteux que le Pseudo-Bède ait pu connaître ces auteurs.

Moins remarquables assurément que la première, les autres hypothèses proposées par le Pseudo-Bède n'en sont pas moins tirées de raisons purement naturelles : « La seconde consiste à supposer que les eaux demeurent au-dessus du Ciel sous forme de vapeurs semblables aux nuées que nous voyons pendre ici-bas. La troisième suppose que, par l'effet de l'éloignement du Soleil, qui est la source principale de chaleur, le ciel aqueux s'est congelé et est devenu cohérent. »

C'est seulement après avoir énuméré ces diverses explications naturelles que le Pseudo-Bède mentionne l'explication surnaturelle d'Isidore de Séville : « Enfin, dit-il, on peut résoudre la difficulté par la puissance divine ; les eaux sont retenues en leur lieu par la volonté de Dieu, à l'aide d'un procédé inconnu des hommes. »

L'auteur du *De constitutione mundi liber* rapporte ici l'explication théologique d'Isidore sans lui donner la préférence sur les arguments purement physiques ; il semble même que son rationalisme s'accommode mieux de ces derniers. On éprouve souvent une impression du même genre lorsque cet auteur rapproche l'opinion des docteurs chrétiens de celle des philosophes païens,

(1) Aristote, Περὶ Οὐρανοῦ τὸ Β, αγ ; *De Cœlo et Mundo*, lib. II, cap. VIII.
(2) Plutarque, Περὶ τοῦ ἐμφαινομένου προσώπου τῷ κύκλῳ τῆς σελήνης, Ζ ; *De facie quae apparet in orbe Lunae*, VI.

lorsqu'il écrit, par exemple, le passage suivant (1) : « Au-dessus de ces eaux sont les cieux spirituels qui contiennent les vertus angéliques ; selon d'autres, il n'y a rien que le vide. »

Ce n'est pas que le Pseudo-Bède soit le moins du monde incroyant ou hétérodoxe. Il se montre, au contraire, lorsque l'occasion lui en est offerte, adversaire décidé de l'hérésie. C'est ainsi qu'il maintient très nettement (2) la doctrine enseignée dans l'Église au sujet de l'âme humaine à l'encontre des systèmes proposés par diverses autres philosophies.

Parmi les opinions erronées qu'il s'attache à réfuter se trouve celle qui devait, à partir du XIIIe siècle, à la faveur de l'autorité d'Averroès, lutter continuellement, au sein des nations occidentales, contre l'orthodoxie chrétienne. « Il est des philosophes, dit notre auteur (3), selon lesquels il existe une Ame du Monde unique, qui remplit toutes choses, pénètre tout, vivifie tout. » « Certains, dit-il encore (4), prétendent qu'il existe une seule âme, qu'ils nomment l'Ame du Monde ; c'est elle qui anime tout, infuse en chaque chose des puissances conformes à la capacité de cette chose. Aux astres, elle donne la raison ; aux hommes, seuls êtres parmi les choses périssables auxquels elle trouve une tête ronde et une face levée vers le haut, elle donne la raison comme elle l'a donnée aux corps célestes et, en outre, la sensualité ; toutefois, ceux qui contemplent à l'excès les choses divines cessent d'éprouver aucune sensualité pour les choses animales. Aux autres animaux, l'Ame du Monde donne les deux facultés de sentir et de végéter ; aux arbres et aux herbes, elle donne seulement la végétation. De même qu'un visage unique peut se mon-

(1) Bède le Vénérable, *loc. cit.*, col. 894 : De supercælestibus aquis.
(2) Bède le Vénérable, *loc. cit.*, coll. 903-904 : De certa animæ origine.
(3) Bède le Vénérable, *loc. cit.*, col. 890 : Cur stellæ videntur.
(4) Bède le Vénérable, *loc. cit.*, coll. 902-903.

trer en plusieurs miroirs, que plusieurs visages peuvent se refléter en un seul miroir, de même une âme unique se trouve en toutes choses et, partout, elle est en possession de toutes ses puissances, bien qu'elle les exerce diversement dans les divers corps selon l'aptitude de chacun d'eux.

» Selon cette opinion, un homme ne saurait être pire qu'un autre, car en tous les corps réside une même âme qui est, par sa propre nature, bonne et immaculée ; seulement, on peut dire que cette âme est plus profondément dégénérée en un corps qu'en un autre, parce que la raison y est dominée davantage par la sensualité qui lui est associée ; en quelque corps, en effet, que se trouve l'Ame du Monde, ce corps est pour l'âme un lieu de déchéance.

» Selon cette même opinion, l'homme ne meurt jamais, en ce sens qu'il ne saurait subir la séparation de l'âme, séparation par laquelle l'âme quitterait les quatre éléments en lesquels tous les corps se résolvent. On dit que l'homme meurt lorsque l'âme cesse d'exercer en lui ses puissances de la manière qu'elle les exerçait jusque-là. »

On ne peut pas ne pas être frappé de la précision avec laquelle notre auteur expose la théorie néo-platonicienne de l'Ame du Monde ; sans doute, nous connaissons la source à laquelle il a puisé ; son exposition reproduit en grande partie les pensées et, parfois, les expressions mêmes de Macrobe ; mais il montre, avec une netteté que l'on ne rencontre pas dans Macrobe, comment la doctrine néo-platonicienne conduit à identifier entre eux tous les intellects humains, et, contre cette théorie monopsychiste, il s'élève avec une remarquable fermeté. Il est bien vraisemblable qu'il écrit après les tentatives hérétiques de Macarius Scotus et de

l'Abbaye de Corbie, et que son intention est de les combattre (1).

Le *De mundi constitutione* fait à Bède de nombreux emprunts ; au sujet des marées il lui emprunte (2) ce que le prêtre de Wearmouth avait écrit des vives-eaux et des mortes-eaux qu'il nomme, comme son prédécesseur, *malinæ* et *lædones* ; mais, tout aussitôt, il y joint des erreurs qui seraient bien surprenantes de la part d'un homme qui aurait passé sa vie sur les côtes de la Mer du Nord. Il professe qu'il se produit trois reflux en vingt-quatre heures, et il ajoute : « *dodrantem et semiunciam horæ durat* », tandis que le prêtre de Wearmouth, précisant le retard diurne de la marée, avait dit : « *Quotidie bis adfluere et remeare, unius semper horæ dodrante et semiuncia transmissa, videtur.* » Il est clair que ce passage-là a été copié sur celui-ci, mais par un homme qui n'avait aucune idée des lois du flux et du reflux.

Bède avait affirmé que les marées suivaient le mouvement de la Lune. L'auteur du *De mundi constitutione liber* met sous l'influence de la Lune non pas la marée diurne, mais un autre phénomène, purement imaginaire, par lequel la mer croîtrait pendant sept jours, et décroîtrait pendant les sept jours suivants. C'en eût été assez, à défaut d'arguments plus formels, pour prouver que le *Livre de la constitution du Monde céleste et terrestre* n'a point été écrit par Bède ; qu'il a été composé par un auteur qui s'est inspiré, sans le bien comprendre, du traité du prêtre de Wearmouth.

Bien qu'il ne nous soit connu que sous un nom d'emprunt, tout à fait invraisemblable, l'auteur de cet écrit ne nous en a pas moins laissé un document des plus

(1) A propos du pré-Averroïsme de Macarius, Renan cite le *De mundi constitutione liber*, mais il le croit de Bède le Vénérable (Ernest Renan, *Averroès et l'Averroïsme ; essai historique ;* Paris, 1852 ; pp. 101-102).

(2) Bède le Vénérable, *loc. cit.*, col. 885 : Exustiones.

intéressants pour l'histoire des doctrines astronomiques au Moyen Age.

Le Pseudo-Bède a connaissance de la théorie selon laquelle le mouvement rétrograde des astres errants n'est qu'une apparence, la marche réelle de ces astres étant une marche directe d'orient en occident, mais plus lente que celle des étoiles fixes. Il attribue cette théorie à Aristote et aux Péripatéticiens : « Ce que nous venons de dire, écrit-il (1), est conforme à l'opinion de ceux qui font mouvoir le firmament d'orient en occident, tandis qu'ils font tourner les planètes d'occident en orient. C'est l'opinion qu'affirment les Platoniciens. Aristote, au contraire, et les Péripatéticiens prétendent que les planètes tournent dans le même sens que le firmament, mais que le firmament les surpasse en vitesse, de telle sorte qu'elles semblent marcher en sens contraire. Selon cette opinion, plus une planète est distante de la Terre, plus elle tourne rapidement ; Saturne est la plus rapide des planètes ; il lutte de vitesse avec le firmament, à ce point qu'en deux ans et demi, le firmament ne le dépasse que d'un signe. La Lune, au contraire, qui est la plus infime des planètes, est aussi la plus lente... Ceux-ci enseignent donc que la Terre est immobile et que tous les astres tournent dans le même sens autour d'elle. Cicéron acquiesce à cet avis ; il dit, en effet, que le son le plus aigu est produit par l'extrême vitesse de la rotation du firmament, tandis que le plus grave est produit par la Lune, à cause de l'extrême lenteur de sa révolution. »

Il est bien vrai qu'au *Songe de Scipion*, Cicéron tient ce langage (2) ; mais il s'en faut bien qu'il entende adhérer par là à l'opinion de ceux qui font tourner tous les astres d'orient en occident, car il vient d'ensei-

(1) Bède le Vénérable, *loc. cit.*, col. 895 : De saltu Lunæ. Cf. col. 891 ; De transitoriis.

(2) M. Tullii Ciceronis *De re publica*, lib. VI (*Somnium Scipionis*, § 18).

gner (1) qu'il existe « neuf orbes ou plutôt neuf globes... ; que le premier de ces globes est le globe céleste, qui est extérieur aux autres et qui les embrasse tous ; à ce globe sont fixés les cours éternels des étoiles ; au-dessous de ce globe, il en est sept autres qui se meuvent en arrière d'un mouvement contraire à celui du Ciel ».

Macrobe, qui a commenté le *Songe de Scipion* et que le Pseudo-Bède cite volontiers, a nettement embrassé le même parti (2).

C'est donc très vraisemblablement au *Commentaire* de Chalcidius que l'auteur du *De mundi constitutione liber* a lu l'hypothèse qu'il attribue aux Péripatéticiens et que Chalcidius attribue aux *philosophes* ; il est piquant de constater que cette hypothèse était connue chez les chrétiens d'occident longtemps avant qu'Al Bitrogi la prît pour fondement de son système astronomique.

Le Pseudo-Bède parle quelque part (3) des *spirales* que décrivent les corps célestes. Cette allusion a pu lui être inspirée par Macrobe qui mentionne (4) le chemin en forme de spire attribué par Cléanthe au Soleil, ou par Chalcidius qui fait connaître cette *volute d'acanthe*. Nous ignorons, en revanche, quel astronome ancien a pu lui suggérer les curieuses réflexions (5) que nous allons reproduire.

Les parties du ciel des étoiles fixes qui sont voisines de l'équateur sont les plus éloignées de l'axe du Monde ; c'est assurément ce que notre auteur veut exprimer lorsqu'il dit que ces parties constituent le *renflement*

(1) Cicéron, *Op. laud.*, lib. VI, § 17.

(2) Ambrosii Theodosii Macrobii *Commentarii in Somnium Scipionis* lib. I, cap. XVIII.

(3) Bède le Vénérable, *loc. cit.*, col. 892 : De absidibus.

(4) Ambrosii Theodosii Macrobii *Convivorum primi diei Saturnaliorum* liber primus, cap. XVII.

(5) Bède le Vénérable, *loc. cit.*, coll. 896-897 : De zodiaco ; cf. col. 894 : Quo tempore cursus perficiant planetæ.

(*tumor*) du ciel. La sphère du Soleil, elle aussi, s'écarte au maximum de l'axe du Monde, là où elle rencontre l'équateur ; elle se resserre vers l'axe du Monde dans les régions qui approchent des pôles ; c'est encore ce que veut exprimer notre auteur lorsqu'il écrit : « A l'image du firmament, la sphère du Soleil est plus écartée [de l'axe du Monde] en certaines régions et plus contractée [vers cet axe] en certaines autres ; elle est plus écartée sous le cercle équinoxial et plus contractée sous les tropiques ; le cercle décrit [quotidiennement] par le Soleil serait en effet plus voisin du firmament sous les tropiques que sous l'équateur, s'il ne s'élargissait sous l'équateur et ne se contractait sous les tropiques, et cela à la similitude du firmament. »

A cette affirmation, le Pseudo-Bède prévoit cette « objection : Si le cercle quotidien du Soleil se trouve plus contracté sous les tropiques, le Soleil y produira des jours plus courts, car il aura à parcourir un chemin plus court ; sous l'équateur, les jours solaires seront plus longs, car le chemin parcouru par le Soleil sera plus long. »

Voici la « solution » de cette difficulté : « Plus un corps est éloigné de la partie renflée [c'est-à-dire de la région équatoriale] du firmament, moins il ressent l'impulsion qui en émane. Lorsque le Soleil se trouve sous les tropiques, il ressent une moindre impulsion que lorsqu'il se trouve sous l'équateur ; lorsqu'il est sous l'équateur, la vitesse plus grande que lui imprime la force de l'impulsion compense la longueur du chemin. »

La théorie dont le Pseudo-Bède vient de nous tracer une ébauche se rapproche de la doctrine de Cléanthe, telle que nous l'a fait connaître un court passage de Stobée (1) ; elle s'en rapproche en ce qu'elle regarde

(1) Joannis Stobæi *Eclogarum physicarum et ethicarum libri duo*. Recensuit Augustus Meineke. Lib. I, Physica, cap. XXV ; vol. I, p. 145 ; Leipzig, 1860.

le mouvement du Soleil suivant une courbe *spirale* comme un phénomène premier, irréductible, et non comme le mouvement résultant de deux rotations. Elle attribue, en outre, ce mouvement à une impulsion émanée du ciel suprême, comme le fera Al Bitrogi ; mais elle suppose que cette impulsion, au lieu d'émaner de la totalité de la dernière sphère et de s'atténuer seulement par l'effet de la distance à cette sphère, provient de la région équinoxiale du ciel des étoiles et varie en raison de la proximité plus ou moins grande à cette région.

La théorie dont s'inspire l'auteur du *Livre de la constitution du Monde* s'efforçait aussi d'expliquer les inégalités du mouvement des planètes ; le passage suivant nous en est témoin : « Macrobe dit que les planètes ont une vitesse uniforme : il dit cela parce que les planètes font un effort constamment égal à lui-même, mais non pas parce qu'elles avancent avec une vitesse uniforme. Des hommes qui nagent à contre-courant, dans un fleuve impétueux, avec une vigueur égale, n'avancent pas également, car la force du courant leur oppose une résistance inégale. Ainsi une planète est tantôt mue d'une marche directe, tantôt rétrograde, tantôt stationnaire, car la hauteur variable du cercle qu'elle parcourt quotidiennement l'empêche d'avancer avec une vitesse uniforme. »

La théorie des planètes dont les fragments épars se reconnaissent au *Livre de la constitution du Monde* admettait assurément que la trajectoire spirale d'un astre errant ne se trouvait pas partout à égale distance du centre du Monde, bien qu'elle demeurât comprise à l'intérieur d'un orbe limité par deux surfaces concentriques au Monde. « Les sphères, dit-il (1), ont la Terre pour centre, mais les absides sont excentriques. Les

(1) Bède le Vénérable, *loc. cit.*, col. 897 : de zodiaco.

absides sont les cercles sur lesquels se font les séparations des spires, sur lesquels on remarque les stations et les commencements des rétrogradations. En certaines régions, les absides sont plus voisins du firmament, en d'autres, ils le sont de la Terre. »

Le Pseudo-Bède sait (1), comme le savait déjà Bède le Vénérable qui tenait sa science de Pline, que les absides de chaque planète correspondent à des étoiles bien déterminées ; que le périgée et l'apogée sont diamétralement opposés sur la sphère céleste.

Si l'on rapproche les uns des autres ces divers passages, on arrive à cette conclusion qui nous paraît mériter qu'on s'y arrête un instant :

La théorie des planètes dont le Pseudo-Bède s'est inspiré, attribuait aux astres errants une marche toute semblable à celle que le système de Ptolémée leur reconnaissait ; seulement, au lieu de décomposer cette marche en mouvements plus simples, en rotations, elle laissait ce mouvement indécomposé, comme l'avait déjà fait Cléanthe.

Lorsque Averroès déplorait que les astronomes eussent abandonné trop tôt l'étude de la spirale, de la courbe *lenlabine*, lorsqu'il affirmait que l'emploi de cette courbe pourrait rendre les mêmes services que le système des épicycles et des excentriques, n'avait-il pas quelque connaissance de la doctrine dont nous retrouvons les traces au *De mundi cælestis terrestrisque constitutione liber ?*

L'école astronomique arabe, dont Ibn Tofaïl était le chef, dont Averroès et Al Bitrogi sont les seuls disciples de nous connus, semble donc, en sa lutte contre l'astronomie de l'*Almageste*, s'être surtout inspirée d'écrits produits par la Science hellène.

(1) Bède le Vénérable, *loc. cit.*, col. 894 : Quo tempore cursus perficiant planetæ.

Le Pseudo-Bède puisait sa science astronomique à des sources diverses ; quelle source a fourni les connaissances que nous venons de rapporter, c'est ce que nous n'avons pu découvrir ; nous serons plus heureux au sujet de la doctrine que nous allons exposer.

Platon, dit notre auteur (1), plaçait le Soleil immédiatement au-dessus de la Lune ; Cicéron, à la suite des Chaldéens, plaçait Vénus et Mercure entre la Lune et le Soleil ; « toutefois, nous ne nierons pas que Vénus et Mercure se trouvent parfois au-dessus du Soleil, ce que l'histoire même nous apprend ; on lit, en effet, dans l'*Historia Caroli* que Mercure apparut pendant neuf jours sur le Soleil, semblable à une tache ; des nuages ont empêché de noter le temps de son entrée et de sa sortie ».

L'observation empruntée aux chroniques du règne de Charlemagne est erronée ; elle ne peut s'appliquer à un passage de Mercure devant le disque solaire ; elle s'expliquerait d'une manière sensée par la présence sur ce disque d'une tache assez grande pour être vue à l'œil nu, comme il en a été maintes fois observé (2). Un passage de Mercure sur le disque solaire eût, d'ailleurs, prouvé le contraire de l'assertion qu'avance le Pseudo-Bède ; cette assertion n'en demeure pas moins : Vénus et Mercure sont tantôt au-dessus du Soleil, tantôt au-dessous.

Cette assertion, d'ailleurs, il la précise (3) : « Que Vénus et Mercure se trouvent tantôt au-dessus du Soleil et tantôt au-dessous, on le peut montrer de trois manières par des conjectures [géométriques] ; on en peut rendre compte, tout d'abord, par des intersections de cercles ; on en peut rendre compte ensuite en admet-

(1) Bède le Vénérable, *loc. cit.*, col. 889 : De ordine planetarum.

(2) C'est l'interprétation proposée par Riccioli (J. B. Riccioli *Almagestum novum*, tomi I pars posterior, p. 278, col. a. Bononiæ, MDLI).

(3) Bède le Vénérable, *loc. cit.*, col. 890 : De epicyclis et intersectis.

tant l'existence d'*épicycles*, c'est-à-dire de *surcercles*, qui n'ont point la Terre pour centre, mais qui prennent, en quelque sorte, le Soleil pour centre de leur course ; enfin, on peut imaginer que la trajectoire de chacune de ces planètes s'écarte du cercle du Soleil, en s'approchant et s'éloignant de la Terre et en décrivant des arcs alternativement concaves et convexes, analogues à ceux qu'une planète décrit par ses écarts en latitude de part et d'autre du zodiaque. »

Les grandes variations qu'un tel mouvement impose à la distance de la Terre à Vénus ou à Mercure rend ces planètes tantôt plus visibles et tantôt moins visibles. « Lorsque ces deux planètes se trouvent au-dessous du Soleil (1), on les voit clairement en plein midi ; cela tient à ce qu'elles sont alors plus voisines de la Terre ; elles paraissent plus grandes, et le Soleil ne parvient pas à les rendre invisibles. Lorsqu'elles se trouvent, au contraire, au-dessus du Soleil, la clarté de cet astre ne permet plus de les voir, car elles sont alors plus petites. »

Le Pseudo-Bède se prononce donc très nettement en faveur de l'hypothèse qui fait de Vénus et de Mercure des satellites du Soleil, et qui prépare ainsi la voie aux systèmes de Copernic et de Tycho Brahé. Cette hypothèse, c'est assurément à Macrobe qu'il en doit la complète connaissance, encore que Chalcidius et Martianus Capella aient pu la lui révéler, comme ils l'avaient révélée à Jean Scot.

(A suivre.) PIERRE DUHEM.

(1) Bède le Vénérable, *loc. cit.*, col. 889 : De ordine planetarum.

L'ASSAUT DU POLE SUD[1]

Les brillantes expéditions de Dumont d'Urville, de Wilkes, de Ross auraient dû être, semble-t-il, le point de départ de nombreux voyages dans les mers antarctiques, d'autant plus que le grand navigateur anglais contestait absolument la réalité des découvertes du pionnier américain. Mais un très grave événement vint arrêter l'élan vers l'Antarctide.

En 1845, Sir John Franklin était parti vers le Pôle Nord, et depuis ce moment on était sans nouvelles du hardi marin. L'Angleterre, inquiète, ne voulut pas abandonner le champion des explorations arctiques et, pendant plusieurs années, elle prodigua en vain son or et ses navires pour retrouver les malheureux naufragés de l'*Erebus* et du *Terror*.

Les voyages dans l'Antarctique perdirent dès lors le principal de leur attrait et cette indifférence pratique persista jusqu'à la fin du XIXe siècle, c'est-à-dire pendant près de soixante ans.

Durant cette longue période, quelques navires toutefois sillonnèrent ces mers lointaines.

Ross n'avait pu faire d'observations magnétiques dans la partie de l'océan austral située au sud de l'Océan Indien. C'était une lacune très préjudiciable au progrès de la science. Pour y remédier l'Amirauté

(1) Voir la REVUE DES QUEST. SCIENT., 3e série, t. XVII, 20 avril 1910, pp. 369-425.

anglaise donna ordre à l'amiral Percy, au Cap de Bonne Espérance, d'équiper un vaisseau destiné à compléter les observations de Ross. La direction du navire *La Pagode* fut confiée au lieutenant E. L. Moore (1).

Les premiers icebergs furent rencontrés, le 25 janvier, à la latitude 53°30′ S. dans le voisinage de l'Ile Bouvet qui resta d'ailleurs inaperçue.

Le 5 février, *La Pagode* franchissait le cercle antarctique par 30°45′ E. Le 11, elle était arrêtée par un champ de glace compact à 67°50′ S. et 39°41′ E. Ce fut le point le plus austral atteint par l'expédition.

Le lieutenant Moore devait ensuite se diriger vers la Terre d'Enderby ; malheureusement, à cette époque de l'année, les vents soufflent constamment dans la direction opposée et *La Pagode* dut sans cesse lutter contre une mer désemparée sans parvenir à faire un travail réellement utile dans l'Antarctique. Les dangers croissant continuellement, le 7 mars, Moore dut prendre le chemin du nord et, le 1er avril, il ralliait les côtes de l'Australie.

Ce fut la dernière expédition montée sur un simple navire à voiles ; désormais tous les bâtiments seront munis de puissantes machines à vapeur qui seront d'un grand secours au milieu des glaces flottantes.

Cependant les grandes nations de l'ancien et du nouveau monde semblent se désintéresser de plus en plus de la conquête du Pôle Sud. Les efforts du commandant Maury aux États-Unis et en Angleterre, ceux du docteur Georg von Neumayer en Autriche ne furent pas couronnés de succès, et il faut attendre la fin de l'année 1873 pour retrouver une mission scientifique dans les mers australes.

(1) Moore (T. E. L.), *Magnetic Voyage of the Pagoda* (NAUTICAL MAGAZINE. Londres, 1846, pp. 21-22).

Dickson (Walter), *The Antarctic Voyage of Her Majesty's hired barque Pagoda* (UNITED SERVICE MAGAZINE). Londres, 1850.

Le *Challenger* (1) avait quitté l'Angleterre au mois de décembre 1872, pour étudier surtout la distribution de la vie animale dans les profondeurs de l'océan, sous les latitudes les plus variées. Il devait, en particulier, après avoir quitté le Cap de Bonne Espérance, gagner l'Australie et la Nouvelle Zélande en passant par les Iles Marion, les Crozet, la Terre de Kerguelen et s'approcher le plus près possible de la grande barrière de glace.

Le navire était sous les ordres du capitaine Nares, mais le chef du personnel scientifique avait une égale autorité pour fixer la direction à suivre.

Les Iles Marion et Crozet furent visitées. A Kerguelen, l'expédition resta trois semaines : la faune et la flore furent étudiées très complètement.

Le 1er février, le *Challenger* quittait Kerguelen et quatre jours plus tard arrivait en vue de l'Ile McDonald au grand étonnement de quarante chasseurs de phoques qui vivaient dans l'île et ne pouvaient s'expliquer la présence de ce beau navire dans ces régions désolées.

Le 8 février 1874, il atteignait le 80e méridien ; le 11, on rencontrait le premier iceberg, magnifique masse tabulaire de 800 mètres de longueur, s'élevant à plus de 70 mètres au-dessus de l'eau. De nombreuses observations de températures furent faites dans les profondeurs de l'océan, ainsi que des sondages répétés.

Le 16 février, l'expédition atteignait son point le plus austral par 66°40′ S. et 78°22′ E. et, le 23, le navire était arrêté par le pack à 32 kilomètres seulement du point assigné par Wilkes à la Terre Termination. Malgré un temps très clair, il fut impossible de ne rien

(1) Murray (John), *Narrative of the Cruise of H. M. S. Challenger*, vol. I, Chap. VIII à XI. Londres, 1885.

Lord George Campbell, *Log letters from Challenger*. Londres, 1876.

Spry (W. J. J.), *The Cruise of Her Majesty's Ship Challenger*. Londres, 1876.

Moseley (H. N.), *Notes of a Naturalist on the Challenger*. Londres, 1879.

voir qui pût faire présager le voisinage de cette parcelle supposée du continent austral.

Le lendemain, un sérieux accident mit le navire dans un péril extrême : le *Challenger* alla heurter de l'avant une énorme masse de glace ; il y eut heureusement plus de peur que de mal.

Le capitaine Nares s'approcha encore d'une dizaine de kilomètres de la Terre Termination sans l'apercevoir et, le 28 février, il reprenait la route du nord, après être resté 18 jours au sud du 60e parallèle et avoir franchi 22 degrés de longitude.

Si le chemin parcouru à l'intérieur des glaces semble de peu d'importance, il n'en est pas moins vrai que cette expédition offre un intérêt énorme au point de vue des résultats scientifiques. Elle a suffi à nous renseigner plus exactement et beaucoup plus complètement que toutes les expéditions antérieures, celle de Ross exceptée.

Pendant les vingt-cinq années suivantes, on vit encore quelques navires prendre la direction du Pôle Sud ; c'étaient tous des vaisseaux de commerce envoyés par de puissantes maisons pour la recherche de la baleine.

Une société allemande pour la navigation polaire avait été fondée à Hambourg. Son directeur, Albert Rosenthal, également intéressé par les mers boréales et australes, envoya en 1873 dans l'Océan antarctique l'un de ses navires pour rechercher dans quelles conditions on pouvait y pêcher la baleine.

Le 22 juillet 1873, le baleinier à vapeur le *Grönland*, ayant pour capitaine Édouard Dallmann (1), quittait Hambourg et atteignait les Shetland du Sud, le 18 novembre suivant. Il y trouvait, comme Bel-

(1) A. Schück, *Entwickelung unserer Kenntniss der Länder im Süden von America* (Zeitschrift für Wissenschaftliche Geographie. Weimar, vol. 6, pp. 242-264).

linghausen cinquante ans auparavant, une petite flottille de bateaux de pêche, venant du Connecticut et exerçant leur dur métier autour de ces îles.

A diverses reprises, Dallmann releva de grosses erreurs dans les cartes mises à sa disposition. Ses corrections ne furent pas elles-mêmes très heureuses. Il rechercha les côtes de la Terre de Palmer, s'avança jusqu'aux Iles Biscoë et, le 9 janvier 1874, il était en vue de la Terre de Graham par 64°45′ de latitude S. Il reconnut le caractère composite de la Terre de Palmer, mieux nommée Archipel de Palmer. Il découvrit un grand détroit ou canal, courant vers l'est, auquel il donna le nom de Canal de Bismarck. Mais il vit relativement peu de baleines, manqua par conséquent le but principal de son voyage et, dès la fin de juillet 1874, il était de retour sur les bords de l'Elbe, après une absence de 15 mois.

Les résultats pratiques n'étaient pas assez encourageants pour décider la Compagnie à tenter d'autres expéditions.

Diverses tentatives furent faites, mais sans succès, pour organiser en Europe de nouvelles croisières, malgré le puissant patronage de Sir John Murray.

Cependant une maison de commerce de Dundee (1) se décida en 1892 à envoyer quatre navires dans les régions australes, dans l'espoir qu'ils découvriraient de bons endroits de pêche : c'étaient des baleiniers d'un faible tonnage, mais extrêmement solides, capables de

(1) Burn Murdoch (W. G.), *From Edinburgh to the Antarctic, an Artist's notes and sketches during the Dundee Antarctic Expedition of 1892-93, with a chapter by W. S. Bruce.* Londres, 1894.

William S. Bruce, *Cruise of the Balæna and the Active in the Antarctic Seas, 1892-1893. Part I. The Balæna* (GEOGRAPHICAL JOURNAL. Londres, vol. 7 (1896), pp. 502-521).

Charles W. Donald, *Cruise of the Balæna and the Active in the Antarctic Seas, 1892-1893. Part II. The Active* (GEOGRAPHICAL JOURNAL. Londres, vol. 7 (1896), pp. 625-643).

résister aux chocs et aux pressions des glaces ; la *Balæna* sous les ordres du capitaine Fairweather ; la *Diana* conduite par le capitaine Robert Davidson ; l'*Active* ayant pour capitaine Thomas Robertson, et enfin l'*Étoile Polaire* commandée par le capitaine James Davidson.

M. William S. Bruce, l'éminent naturaliste d'Édimbourg, obtint d'accompagner la *Balæna* en qualité de médecin. Ce navire quitta Dundee avec la *Diana*, le 6 septembre 1892 ; les deux autres suivaient à quelques jours d'intervalle.

La *Balæna* et l'*Active* arrivèrent en même temps aux Iles Falkland et recherchèrent aussitôt un endroit propice à la pêche. Le commandant du premier de ces bâtiments n'avait pas idée qu'il pût faire œuvre utile en explorant les côtes ; aussi resta-t-il toujours à 10 kilomètres au moins de tout rivage, emplissant consciencieusement son navire de peaux de phoques, à défaut d'huile et de fanons de baleines.

Le commandant de l'*Active* observa attentivement les côtes de la Terre de Joinville : il découvrit ainsi l'Ile Dundee qui se trouve sur le côté nord du golfe Erebus et Terror. Il rencontrait dans la même région un baleinier norvégien, le *Jason*, sous les ordres du capitaine Larsen.

Celui-ci avait déjà accompagné Nansen sur la côte occidentale du Groenland : aussi était-il vivement intéressé par des découvertes géographiques. Il avait pris terre aux Orkneys du Sud, puis à l'Ile Seymour, à l'extrémité du golfe Erebus et Terror ; là il avait trouvé un certain nombre de fossiles, découverte fort intéressante pour les géologues qui avaient ainsi pour la première fois la preuve indiscutable de l'existence de roches sédimentaires sur la terre antarctique.

L'année suivante, le capitaine Larsen (1) revenait encore dans la mer de Weddell sur le *Jason* tandis que deux autres navires, le *Hertha*, capitaine Evensen, et le *Castor*, capitaine Pedersen (2), exploraient l'autre côté de la Terre de Graham.

Après avoir pêché quelque temps à l'est de l'Ile Seymour, Larsen s'avançait vers le sud-est et, le 1er décembre 1893, à la latitude 66° S. et à la longitude 60° W., il se trouvait en face d'une terre élevée recouverte de neige : il lui donna le nom de son souverain, la Terre Oscar II ; le cap principal fut appelé Cap Framnes et une grande montagne, le Mont Jason.

Larsen descendit sur le rivage et fit quelques excursions en skis. Mais il continuait bientôt son voyage et, le 3 décembre, le *Jason* franchissait le cercle antarctique : c'était le second navire à vapeur qui avait cet honneur. Il put s'avancer vers le sud, jusqu'à la latitude de 68°10'. La terre semblait se continuer à l'horizon par de hautes montagnes.

Au retour, Larsen découvrit l'Ile Robertson, ainsi qu'une chaîne de petites îles auxquelles il donna le nom collectif d'Iles Seal. Deux volcans actifs se trouvaient sur le 65e parallèle.

Pendant ce temps, le capitaine Evensen explorait la côte occidentale de la Terre de Palmer, passait entre les Iles Biscoë et la Terre de Graham et, le 9 novembre, croisait le cercle antarctique. Le lendemain, l'Ile Adélaïde était en vue et, le 21 novembre, le *Hertha* attei-

(1) Larsen (C. A.), *The Voyage of the Jason to the Antarctic Regions* (Geographical Journal. Londres, vol. 4 (1894), pp. 333-344, 466-467).

John Murray, *Notes on an important geographical discovery in the Antarctic Regions* (Scottish Geographical Magazine. Édimbourg, vol. 10 (1894), pp. 195-199).

(2) Joannes Petersen, *Die Reisen des Jason und der Hertha in das Antarktische Meer, 1893-94, und die wissenschaftlichen Ergebnisse dieser Reisen* (Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft. Hambourg (1895), pp. 245-298).

gnait la latitude de 69°10′ sud par 76°12′ de longitude ouest sans être arrêté par la glace. Le lendemain, il se trouvait en face de la Terre Alexandre I, dont il s'approchait beaucoup plus que Bellinghausen ou Biscoë. Quelques jours plus tard, Evensen rejoignait les autres navires norvégiens à l'Ile Joinville et, en mars 1894, tous quittaient les mers antarctiques.

Signalons encore une autre expédition norvégienne organisée sous les auspices de M. Svend Foyn de Tönsberg, grâce à l'initiative de son compatriote M. H. J. Bull. L'*Antarctic* fut confié, en septembre 1893, au capitaine Léonard Kristensen, qui s'arrêta quelque temps dans les eaux de Kerguelen avant de gagner Melbourne en janvier 1894 (1).

Là, il prit à son bord un jeune colon, norvégien de naissance, Carstens Egeberg Borchgrevink, qui, ne pouvant s'embarquer sur l'*Antarctic* comme passager, fit la traversée en qualité de matelot.

L'*Antarctic* quitta Melbourne en septembre, passa quelques mois à pêcher autour de l'Ile Macquarie et rencontra le pack par 58° S.

Après une relâche en Nouvelle Zélande, le navire entrait dans le pack au commencement de décembre, par 63° S. et 171°30′ E. Le 14, on était en vue des Iles Balleny et, une semaine plus tard, le cercle antarctique était franchi.

Le 16 janvier 1895, après être resté plusieurs jours prisonnier dans le pack, le capitaine Kristensen se trouvait en face du Cap Adare à l'extrémité nord de la Terre Victoria et, deux jours après, l'*Antarctic* s'arrê-

(1) Léonard Kristensen, *Croisière de l'Antarctic dans les Mers du Sud et débarquement sur la Terre Victoria*. Tönsberg, 1896.

C. E. Borchgrevink, *The Antarctic's Voyage to the Antarctic* (GEOGRAPHICAL JOURNAL. Londres, vol. 5 (1895), pp. 583-589).

H. J. Bull, *The Cruise of the Antarctic. A voyage to the south Polar Regions in 1895*. Londres, 1896.

tait devant l'Ile Possession, où Borchgrevink faisait une très intéressante découverte botanique : il constatait la présence d'un lichen croissant sur les rochers.

Après avoir reconnu l'Ile Coulman à la latitude 74°, Kristensen donna l'ordre du retour sans avoir rencontré de baleines. Le lendemain, les explorateurs arrivaient au Cap Adare où ils descendaient à terre : c'était la première fois que des êtres humains foulaient ce sol glacé. Les pingouins en étaient presque les seuls habitants : leur nombre se chiffrait certainement par millions. Le lichen croissait en assez grande abondance sur les roches.

L'*Antarctic* reprenait ensuite la route de Melbourne où il arrivait le 14 mars.

La Belgica (1897-1899) (1). — Une nouvelle ère va commencer pour les expéditions antarctiques. Jusqu'ici personne n'a songé qu'il pouvait être possible de passer dans les régions australes les mois les plus froids de l'hiver, comme on le faisait déjà autour du Pôle Nord. L'éloignement de ces contrées, la rigueur particulière du climat, la peur de l'inconnu aussi avaient

(1) Adrien de Gerlache, *Quinze mois dans l'Antarctique*. Paris et Bruxelles, 1902.

Georges Lecointe, *Expédition Antarctique Belge. Au Pays des Manchots. Récit du voyage de la Belgica*. Bruxelles, 1904.

G. Lecointe, *Vers le Pôle Sud*. Impressions éprouvées à bord de la *Belgica* (Revue des Questions scientifiques, juillet 1902, p. 173; octobre 1902, p. 492 ; janvier 1903, p. 164 ; avril 1903, p. 516 ; juillet 1903, p. 140 et octobre 1903, p. 440).

Frederick A. Cook, *Through the First Antarctic Night, 1898-1899. A narrative of the voyage of the Belgica among newly discovered lands and over an unknown sea about the South Pole*. Londres, 1900.

Voir, dans le Bulletin de la Société royale belge de Géographie de 1900 (pp. 7-230), les conférences faites par les divers membres de la Mission dès leur retour. — Arctowski, *Géographie physique de la région visitée par l'expédition* (pp. 93-175).

E. Racovitsa, *Résultats généraux de l'Expédition Antarctique belge* (La Géogr., 1900, pp. 81-92).

Henryk Arctowsky, *The Antarctic Voyage of the Belgica during the years 1897, 1898 and 1899* (Geographical Journal. London, oct. 1901, et Annual Report of the Smithsonian Institution, 1901, pp. 377-388).

empêché les hardis explorateurs d'accomplir cette nouvelle performance.

La première, la petite expédition belge de la *Belgica* va avoir cette audace et, après elle, toutes les autres expéditions qui se lanceront à l'assaut du Pôle Sud n'hésiteront pas à l'imiter.

Ce fut le 16 août 1897 que l'expédition belge quitta le port d'Anvers sous les ordres d'Adrien de Gerlache. Lieutenant dans la marine belge, M. de Gerlache avait toujours été hanté du désir d'explorer les régions antarctiques. L'un des premiers, il s'était offert en 1888 quand avait couru le bruit qu'une expédition suédo-australienne se préparait sous les ordres du Baron Nordenskjold.

En 1894, il prenait lui-même l'initiative d'un semblable voyage et proposait un plan pour lequel il réussit à intéresser M. Solvay, savant belge qui promit 25 000 francs à la future expédition. En attendant, ce riche mécène donnait à M. de Gerlache, les moyens de s'entraîner dans les régions polaires arctiques.

L'année suivante, une souscription était ouverte par la Société de Géographie de Bruxelles et aussitôt le Gouvernement belge s'inscrivait pour un don de cent mille francs. On pouvait déjà commencer les préparatifs. Malheureusement, la générosité du public ne fut pas à la hauteur des circonstances, et ce fut avec les plus grandes difficultés que M. de Gerlache réunit la somme de 300 000 francs.

Quoi qu'il en soit, le 16 août 1897, le navire quittait Anvers et, le 24, le port d'Ostende. L'expédition, purement scientifique, comprenait en plus de M. de Gerlache, le lieutenant belge Lecointe, commandant en second ; Roald Amundsen, norvégien, quartier maître ; le lieutenant Émile Danco, belge, qui devait étudier le magnétisme ; Émile Racovitza, naturaliste roumain ; Henry Arctowski et son aide Antonin Dobrowolski,

tous les deux polonais ; au dernier moment, le médecin refusa de partir, mais il fut remplacé en cours de route par le docteur Fréderick A. Cook, américain qui avait déjà accompagné Peary dans un voyage au Groenland.

Au delà du Cap Horn, M. de Gerlache entreprit jusqu'aux Iles Shetland une série de sondages d'une utilité incontestable, puisqu'ils n'avaient jamais été faits dans ces régions sur une aussi vaste échelle. Ils eurent malheureusement pour résultat immédiat de retarder beaucoup les explorateurs. Le 13 janvier 1898, ils étaient encore dans les détroits de la Terre de Feu, alors que, quatre ans auparavant, Larsen et Evensen avaient atteint presque deux mois plus tôt leur plus grande latitude australe avec des mers libres de glace. Peut-être le personnel de la *Belgica* eût-il été mieux inspiré en laissant pour le retour ces travaux supplémentaires.

Le 20 janvier, le navire donne sur un récif en vue des Shetland du Sud. De furieuses tempêtes menacent à chaque instant la vie des explorateurs ; en dépit des précautions prises, un matelot norvégien est emporté par dessus bord et meurt malgré les tentatives désespérées faites pour le repêcher.

En explorant le Golfe de Hughes, M. de Gerlache découvre un grand canal courant vers le sud et séparant la terre ferme d'un archipel de grandes îles connues jusqu'alors sous la dénomination générale de Terre de Palmer. Ce canal porte maintenant le nom de Détroit de Gerlache.

Plusieurs débarquements furent effectués qui permirent de réunir d'importantes collections d'histoire naturelle.

Le 12 février 1898, la *Belgica* quittait le détroit et poursuivait sa route vers le sud en longeant la côte de la Terre Graham et à une époque où toutes les précédentes expéditions gagnaient précipitamment des lati-

tudes plus tempérées. D'ailleurs, le nombre des icebergs augmentait à chaque instant et rendait la navigation très difficile.

Le 15 février, on franchissait le cercle antarctique et, le 16, on était en vue de la Terre Alexandre I qu'il fut impossible d'aborder, un champ de glace s'étendant à plus de 30 kilomètres du rivage. La terre apparaissait comme un massif de montagnes dominé par quelques pics abrupts. Des glaciers en recouvraient le flanc et la base et plongeaient dans la mer. Une grande île ou une montagne se profilait à l'est, semblant former l'extrémité sud de la Terre de Graham et paraissant séparée de la Terre Alexandre I par un détroit ou tout au moins par un golfe.

Jusqu'au 28 février, les hardis explorateurs continuèrent leur course vers le sud jusqu'à la latitude 70°20'. A ce moment, une violente tempête vint briser le champ de glace en différents endroits, permettant à M. de Gerlache de se lancer dans une des brèches ainsi formées et d'atteindre le 3 mars 71°30' de latitude australe. Mais il était trop tard pour revenir, et bientôt le navire était emprisonné dans le pack où il devait rester prisonnier pendant treize longs mois.

Il devint évident après quelques jours d'observation que le navire dérivait avec le champ de glace tantôt dans une direction, tantôt dans une autre, suivant le caprice des vents. Mais, grâce à des puits creusés dans la glace et par lesquels il était possible de faire des sondages, on reconnut que lorsque le navire remontait vers le nord, la sonde accusait une très grande profondeur, supérieure à 1000 brasses ; au contraire, plus on avançait vers le sud, et plus le fond de la mer se relevait : à 71°31', la profondeur était de 210 brasses seulement.

L'hiver se fit alors sentir avec ses longues nuits, ses tempêtes, ses averses de neige, les dislocations du

champ de glace, l'abaissement de la température. L'état de santé des explorateurs laissa bientôt à désirer ; la nourriture, bien qu'abondante, ne suffisait pas ; l'horreur de cette nuit sans fin impressionnait péniblement. Le lieutenant Danco, déjà malade avant le départ, mourut le 5 juin. Lecointe était sérieusement fatigué et chacun était plus ou moins frappé soit physiquement, soit moralement.

Cependant, l'hiver passé, tout le monde se reprit à espérer ; la santé revint avec la lumière. Le 22 février, le froid qui s'était modéré un instant redoubla d'intensité et, le 8 septembre, le thermomètre descendait à 42°,77 centigrades et le mercure était congelé.

Ensuite vint l'été avec son soleil perpétuel ; Noël passa, puis le premier de l'an 1899, et la banquise restait toujours dans le même état : le navire était emprisonné dans une masse de glace de six kilomètres de diamètre.

Cependant la nourriture diminuait rapidement, et s'il devenait impossible de dégager le navire, c'était la famine à brève échéance : c'était la mort. Des trous furent creusés dans la glace, des mines installées. L'explosion amena la formation de fentes, de cassures. Enfin, la Providence aidant, la petite expédition réussit à se dégager et à gagner la mer libre. Le 28 mars 1899, elle débarquait à Punta Arenas.

Les explorateurs furent reçus dans tous les ports de l'Amérique du Sud par des fêtes splendides. Ils rentraient en Belgique en novembre 1899 après une absence de 27 mois, dont plus de 14 passés au sud du 60e parallèle. Cette expédition était d'une importance sans précédent pour la durée et la régularité des observations scientifiques, ainsi que pour le zèle et le courage des savants de toutes nationalités qui la composaient. Sans doute, aucune terre nouvelle pendant la dérivation du navire ne fut reconnue au sud du cercle

antarctique, mais après 70° de latitude et au delà de l'Ile Pierre I, la profondeur était relativement faible et vraisemblablement le continent se trouvait à peu de distance du côté du Pôle ; tout prouvait aussi que l'île elle-même était de peu d'étendue.

Expédition de la Southern Cross (1898-1900) (1). — Nous avons vu plus haut que M. Borchgrevink avait déjà pris part à une expédition de pêche à la baleine en 1894-1895 avec M. Bull qui explora en outre la Terre Victoria dans le but de découvrir une cargaison rémunératrice et de trouver du guano à l'Ile Possession.

En 1898, M. Borchgrevink réussit à convaincre Sir George Newnes d'organiser une expédition scientifique particulière sur un petit navire : c'était un vieux baleinier norvégien, le *Pollux*, de même grandeur que la *Balæna* ; il fut pourvu d'une installation à vapeur d'une grande puissance et rebaptisé pour la circonstance la *Southern Cross*.

M. Borchgrevink fut singulièrement heureux dans le choix de son personnel. Comme capitaine, il avait Bernhard Jensen qui avait déjà visité l'Antarctique en 1894 comme second maître sur un baleinier et avait précédemment commandé pendant longtemps un navire de pêche dans les régions boréales. William Colbeck, sous-lieutenant de la réserve navale royale, navigateur de premier ordre, fut chargé des observations magnétiques. Louis Bernacchi, sujet anglais de naissance tasmanienne, dut s'occuper de la météorologie ; son

(1) Carstens Egeberg Borchgrevink, *First on the Antarctic Continent, being an account of the British Antarctic Expedition, 1898-1900*. Londres, 1901.

Cette relation a été résumée dans Geogr. Journ., 1901, p. 478.

Louis Bernacchi, *To the South Polar Regions*. Expédition, 1898-1900. Londres, 1901.

British Museum : *Report on the Collections of Natural History made in the Antarctic Regions during the voyage of the Southern Cross*. Londres, 1902.

intention première avait été de rejoindre la *Belgica*, mais quand il devint certain que l'expédition belge était retenue prisonnière dans les glaces, il se rendit à Londres offrir ses services à M. Borchgrevink.

La *Southern Cross* quitta la Tamise le 22 août 1898. Le voyage à Hobart dura 98 jours et, le 1er décembre, le navire prenait définitivement la route du sud. Arrêté par le pack dans le voisinage des Iles Balleny où il resta emprisonné pendant 18 jours, M. Borchgrevink remonta au nord et reprit la route du sud un peu plus loin, en un point où le champ de glace paraissait moins dense. En six heures, il l'avait traversé et le 11 février 1899 la *Southern Cross* s'avançait en eau libre à la latitude de 70° S. et à la longitude 174° E. La terre fut aperçue le 16, et le 17 pour la première fois une ancre mordait le fond de l'océan à l'intérieur du cercle antarctique dans la Baie Robertson.

L'équipage construisit aussitôt l'abri où devaient vivre les explorateurs pendant la longue nuit polaire. Ce n'était pas sans dangers, car d'effrayantes tempêtes interrompaient parfois toute communication entre le navire et le rivage. D'autre part, il n'y avait pas de temps à perdre si on ne voulait pas voir le navire emprisonné lui-même dans les glaces.

Enfin le 2 mars, les préparatifs étant terminés, la *Southern Cross* repartait pour la Nouvelle Zélande, laissant pour une année sur ce rivage inhospitalier un petit groupe de dix hommes.

L'hiver fut très rigoureux; de violentes tempêtes pendant lesquelles il était impossible de sortir même en se traînant sur le sol, secouaient la petite maison de bois : elles étaient accompagnées de brusques élévations de température, le thermomètre montant parfois de — 35° à + 20° en quelques heures.

Les explorateurs supportèrent très bien l'hivernage sans aucun des malaises qui firent souffrir l'expédition

belge. Cependant M. Hanson, le zoologue, fut atteint de scorbut; la maladie devint rapidement grave et il mourut au commencement du printemps, le 14 octobre 1899.

Mais une catastrophe qui aurait pu avoir des conséquences extrêmement fâcheuses, s'abattit sur la petite colonie : le feu prit à la cabane et ne fut éteint qu'avec les plus grandes difficultés.

Avec le printemps et le retour du Soleil, la vie reparut dans ces régions désolées; des légions de pingouins se montraient de toutes parts, et dans les eaux les phoques évoluaient en troupes nombreuses.

L'espoir de revoir bientôt le navire soutenait les courages ; mais les jours et les semaines se passaient sans rien amener de nouveau ; déjà on était au milieu de l'été et les pauvres solitaires se croyaient abandonnés pour une nouvelle année quand, un matin, ils furent réveillés par une voix joyeuse leur souhaitant bon espoir. C'était le capitaine Jensen qui tenait à la main des lettres et des journaux. On était alors au 28 janvier et, le 2 février 1900, hommes et chiens étaient embarqués : le navire continuait sa route vers le sud, laissant la cabane avec tout le matériel qu'elle contenait à la disposition des voyageurs qui pourraient en avoir besoin plus tard.

Les explorateurs suivirent la route de Ross, le long de la côte découverte par l'illustre marin anglais. De grands glaciers provenant d'un énorme plateau visible à l'horizon descendaient jusque dans la mer.

Un débarquement fut opéré à l'Ile Coulman par 73° 20′ S., mais on ne resta à terre que vingt minutes, les puissantes assises de roches basaltiques ou magnétiques enlevant tout espoir de faire des observations magnétiques.

Le navire put pénétrer dans Wood Bay à laquelle on reconnut une plus grande profondeur que Ross n'avait

indiqué. On prit terre de nouveau au pied du Mont Melbourne : sur le rivage on trouva un épais tapis de mousse de renne. A partir du Cap Washington, une large bande de glace empêcha d'approcher la terre, mais la côte elle-même était facilement visible. D'une façon générale, on peut dire d'ailleurs que la *Southern Cross* trouva la mer beaucoup plus libre de glace que l'*Erebus* et le *Terror*.

Le 9 février, on aborda l'Ile Franklin où des observations magnétiques furent faites sur une plage couverte de pingouins bruyants. Là encore, il y avait de la mousse de renne. Le lendemain, le navire atteignait le Cap Crozier où les explorateurs trouvèrent établie la plus grande rockery de pingouins qu'ils eussent encore vue. M. Bernacchi estimait que le nombre de ces oiseaux n'était pas inférieur à plusieurs millions.

Il fut possible aux explorateurs de jouir de la vue du Mont Terror : le voile de nuages qui le recouvre ordinairement se déchira et le sommet du volcan apparut libre de neige mais parsemé de cônes adventifs, chacun avec son cratère.

A partir de ce moment, la *Southern Cross* longea la grande barrière de glace qui s'étendait vers l'est jusqu'à une distance indéterminée. Grâce à ses puissantes machines, elle pouvait voguer le long de l'énorme muraille, beaucoup plus près que n'avait pu faire Ross avec ses navires à voiles.

Le 11 février, le navire dépassait le point extrême atteint par l'*Erebus* et le *Terror* et les explorateurs atteignaient la plus grande latitude australe où fût encore jamais parvenu aucun homme, 78°21' S. La joie régnait à bord, malgré le temps détestable menaçant à chaque instant de lancer le navire sur les masses de glace qui l'entouraient.

Cependant, en gagnant vers le sud, la température devint plus clémente, la muraille de glace perdit de sa

hauteur et, vers 164° de longitude W., le navire put s'arrêter et les voyageurs purent descendre sur la glace. Le 19 février fut une journée splendide. La glace s'étendait à perte de vue, si unie que M. Bernacchi regrettait de ne pas avoir une automobile pour faire une excursion. M. Borchgrevink et le lieutenant Colbeck firent un petit voyage en traîneau jusqu'à la latitude 78°50′ S., le point le plus austral atteint.

Mais il était temps de revenir, le froid intense avait glacé la surface de la mer et ce n'était pas trop des puissantes machines du petit navire pour lui ouvrir une route à travers la jeune glace. Le 21 mars 1900, les explorateurs atteignaient l'île Duckland.

En fait, les résultats scientifiques furent peu nombreux, moins nombreux même qu'on espérait ; cependant au point de vue géographique, il était certain que la Grande Barrière avait reculé d'une cinquantaine de kilomètres depuis le voyage de Ross et que d'une façon générale la côte était moins encombrée de glace.

Croisière de la Valdivia (1898-1899) (1). — Citons pour mémoire une expédition allemande organisée sur la proposition du Prof. Chun, de Leipzig. Son but était simplement l'étude des mers profondes dans la région australe. Le navire appartenait à la *Hamburg-America Linie* et était commandé par le capitaine Krech.

Le Gouvernement allemand fit bien les choses : aucune expédition ne fut jamais aussi confortablement installée ni aussi soigneusement pourvue ; bien plus, chaque membre du personnel scientifique, pourtant très nombreux, était assuré pour 37 500 francs.

La *Valdivia* quitta Hambourg le 1er août 1898 et après avoir visité le Futh of Forth pour recevoir les

(1) Carl Chun, *Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer Valdivia, 1898-99. Im Auftrage des Reichsamtes des Innern*. Jena, 1902.

conseils de Sir John Murray, l'expédition fit d'importantes observations dans l'Atlantique.

Le 13 novembre, elle quittait la ville du Cap, gagnait l'Ile Bouvet qui n'avait pas été vue depuis 75 ans et qu'avaient recherchée en vain Cook, Ross et Moore.

La *Valdivia* poursuivit sa route vers le sud sans jamais se rapprocher des glaces qu'elle devait absolument éviter, sa mince carène d'acier n'ayant pas une résistance suffisante pour hasarder un choc. Des sondages étaient exécutés le plus souvent possible, donnant une profondeur moyenne de 3000 brasses environ.

Le 16 décembre, le point le plus austral était atteint à 64°15' S. et 54°20' E., où la profondeur était de 2540 brasses, tandis que la Terre Enderby ne devait être qu'à 164 kilomètres au sud.

Des roches et des pierres recueillies sur les icebergs provenaient certainement d'un continent peu éloigné : c'étaient des granites, des gneiss et des schistes. Si la Terre Enderby avait fourni ces matériaux, elle n'était pas une simple île volcanique.

La *Valdivia* se dirigea ensuite sur l'Ile Kerguelen et de là reprit la route d'Europe par le canal de Suez en effectuant des sondages à travers l'Océan Indien. Elle était de retour à Hambourg le 30 avril 1899, après une croisière des plus heureuses.

Cependant les efforts des savants anglais, principalement de Sir Clements Markham et de Sir John Murray, avaient ému l'opinion en Angleterre et tout faisait présager qu'une nouvelle expédition allait être organisée dans ce pays.

Le sixième Congrès International de Géographie fut tenu à Londres en 1895, sous la présidence de Sir Clements Markham.

Une intéressante discussion suivit un long discours historique fait par le docteur von Neumayer et

M. Borchgrevink raconta l'heureux débarquement du capitaine Kristensen sur le continent antarctique.

Les principaux naturalistes et géographes anglais prirent part à la discussion, particulièrement Sir Joseph Hooker, le dernier survivant des grands voyages de Ross, Sir Joseph Murray représentant l'expédition du *Challenger* et Sir Erasmus Ommanney dont les efforts pour envoyer un navire dans l'Extrême Sud avaient été un moment sur le point d'aboutir.

Le Congrès adopta la conclusion suivante qui était comme le prélude du vigoureux effort tenté à la fin du XIXe siècle et au commencement du XXe pour résoudre le problème antarctique :

« Le Congrès est d'avis que l'exploration des régions antarctiques est *the greatest piece* d'exploration géographique qui soit encore à entreprendre. Étant donnés les avantages qui en résulteraient pour presque toutes les branches de la science, le Congrès émet le vœu que les sociétés scientifiques du monde entier s'entendent pour faire ce qui leur semblera le plus efficace, et que ce travail soit entrepris avant la fin du siècle. »

Le résultat visible devait se faire attendre plusieurs années, mais des particuliers firent des tentatives isolées : ce furent M. de Gerlache et M. Borchgrevink.

En 1897, Sir Clements Markham, président de la *Royal Geographical Society*, réitère sa déclaration que jamais il n'abandonnera sa tâche jusqu'à ce qu'elle soit réalisée. Peu à peu, il fait partager son enthousiasme à d'autres, tant et si bien que le 26 février 1898 une grande séance fut tenue dans les salons de la *Royal Society* où tous les *leaders* du mouvement pour l'exploration polaire étaient présents et prirent part à une discussion qui ne se termina que très avant dans la nuit. Sir Joseph Hooker, le Dr Fridtjof Nansen, le D^r^ von Neumayer, Sir Clements Markham et beaucoup d'autres échangèrent leurs vues sur cet important

projet et Sir John Murray ouvrit la séance en résumant les conditions scientifiques qu'exigent ces recherches et en affirmant sa conviction qu'une telle entreprise n'exigeait pas moins de 3 750 000 francs (1).

Voyage de la Discovery (1901-1904) (2). — L'inspirateur de cette expédition fut réellement Sir Clements Markham; cependant le plan en fut confié à un comité formé par la *Royal Society* et la *Royal Geographical Society*. Le Gouvernement refusa d'abord tout secours, même en ce qui concerne les officiers.

Des particuliers offrirent de grosses sommes : M. L. W. Longstaff donna dès le début 625 000 francs, le double de ce qu'avait coûté l'expédition belge et Sir Alfred Harmsworth 125 000 francs.

De nouvelles tentatives près du Gouvernement furent alors plus heureuses. En juillet 1899, il promit 1 125 000 francs, permettant aussi de choisir les officiers et les équipages dans la Marine royale.

Finalement, après bien des démarches et des vicissitudes, l'expédition anglaise se trouvait prête à prendre la mer en 1901.

Un navire spécial avait été construit à Dundee principalement en bois de chêne. Une grande partie de la coque fut faite sans métal magnétique de façon à permettre les observations les plus délicates.

C'était un navire à voiles avec des mâts courts et une faible surface de toile, mais il possédait de puissantes machines.

(1) *The Antartical Manual* for the use of the Expedition of 1901, edited by George Murray, F. R. S. London, Royal Geographical Society, 1, Savile Row.

The Siege of the South Pole, by Hugh. R. Mill. Londres, 1905.

Scientific Advantages of an Antarctic Expedition. Address by Dr John Murray. F. R. S., and subsequent speeches delivered at a special meeting of the Royal Society. Londres, 24 février 1898 (NATURE, n° 1479, vol. 57, 3 mars 1898). — ANNUAL REPORT OF THE SMITHSONIAN INSTITUTION, for 1897, pp. 413-436.

(2) Scott, *The Voyage of the Discovery*. Londres, 1905.

Id. *La « Discovery » au Pôle Sud*. 2 vol., Paris, 1908.

Le commandement de l'expédition et du vaisseau fut confié au commandant R. F. Scott, bien au courant de toutes les branches du travail scientifique à exécuter. Le lieutenant Albert Armitage, qui avait pris part à l'expédition Jackson-Harmsworth dans la Terre François-Joseph, reçut le commandement en second. Parmi les autres officiers, citons encore le lieutenant C. Royds, chargé des observations météorologiques, le lieutenant M. Barne et le lieutenant Schackleton. Le lieutenant-ingénieur Ikelton était le photographe officiel de la mission ; deux médecins furent embarqués : le Dr Kœttlitz, naturaliste enthousiaste, qui avait déjà accompagné l'expédition Jackson-Harmsworth et le Dr E. T. Wilson, artiste d'un grand talent. Le personnel scientifique comprenait encore M. L. Bernacchi qui avait fait partie de l'expédition de la *Southern Cross* et avait hiverné au Cap Adare : il fut chargé des études magnétiques et physiques ; M. T. V. Hodgson, naturaliste et collectionneur infatigable, était le zoologue et M. H. T. Ferrar, le géologue de la mission.

L'équipage entier, officiers, savants et matelots comprenait cinquante hommes.

La *Discovery* quitta Cowes le 6 août 1901 et Madère le 16, atteignant la Baie de Simon le 3 octobre. Enfin le 14, elle partait pour la Nouvelle Zélande en faisant un détour vers le sud pour effectuer des observations magnétiques et donner au navire le baptême des glaces. Le pack fut rencontré par 62° S. et 140° E. et pénétré pendant quelques kilomètres le 16 novembre. Mais il était urgent de regagner en toute hâte la Nouvelle Zélande et, après une courte relâche à l'Ile Macquarie, Lyttelton fut atteint le 29 du même mois. Certaines réparations étaient nécessaires et il fallait se procurer de la nourriture fraîche. Enfin le 24 décembre, la *Discovery* quittait Port Chalmers et se dirigeait vers la partie de l'Antarctique visitée autrefois par Ross.

Le pack fut atteint le 1er janvier 1902, à peu près sous le cercle antarctique ; après une semaine, la mer se trouva libre de nouveau par 70°25′ S. et 173°44′ E. Plusieurs débarquements furent effectués au Cap Adare et le long de la Terre Victoria, et enfin le 22 janvier au pied du Mont Terror près du Cap Crozier.

Le navire côtoya ensuite la Grande Barrière, vers l'est par des fonds de 300 brasses, jusqu'au 29 où, à 165°, il n'y avait plus que 100 brasses ; pendant deux jours la profondeur varia entre 80 et 70 brasses, indication certaine du voisinage de la terre.

De fait une masse continentale fut aperçue vers le nord-est, depuis 155° jusqu'à 150° W., mais un puissant pack força les explorateurs à revenir en arrière. Sir James Ross avait déjà soupçonné l'existence de cette terre.

Pendant le retour, le commandant Scott s'arrêta sur le bord de la glace par 164° de longitude W. et fit une ascension en ballon captif, tandis que le lieutenant Armitage faisait une courte excursion en traîneau, jusqu'à la latitude 78°50′ S.

Enfin, le 10 février, la *Discovery* gagnait son port d'hivernage dans la Baie Mc Murdo en un point où Ross avait cru observer l'existence d'une masse continentale, et où il avait placé les Monts Parry. Toutes les précautions furent prises pour assurer le salut du navire et de l'équipage. Des cabanes furent aussi construites sur le rivage.

Les hardis navigateurs commencèrent aussitôt leurs excursions, d'abord dans le voisinage seulement, puis de plus en plus loin.

Ils reconnurent ainsi que les deux volcans Erebus et Terror, dont l'un atteint 3769 mètres et l'autre 3317 mètres sont situés sur une île distante de la Terre Victoria d'environ 50 kilomètres. Au sud se trouve un petit archipel dont l'Ile Blanche et l'Ile Noire font par-

tie ; un petit volcan y dresse sa cime à 800 mètres au-dessus du niveau de la mer.

L'hiver se fit bientôt sentir dans toute sa rigueur, mais les courageux explorateurs le supportèrent assez bien, malgré les premiers symptômes du scorbut.

Dès le début du printemps, commencèrent les longs voyages en traîneaux, dont plusieurs destinés à préparer une sérieuse tentative vers le sud. Le 2 novembre 1902, le capitaine Scott, le lieutenant Shackleton et le docteur Wilson partaient pour s'approcher le plus près possible du Pôle. Après de nombreuses fatigues et au milieu des plus grands périls, les trois courageux explorateurs se trouvèrent le 30 décembre par 82°17′ de latitude et 163° de longitude est à 862 kilomètres du navire après un voyage de 59 jours.

A l'ouest-sud-ouest, se profilait une magnifique chaîne de montagnes, dont le Mont Markham atteignait plus de 5000 mètres de hauteur et le Mont Longstoff 3200 mètres. Un amoncellement de glaces empêcha les hardis pionniers d'avancer plus loin vers le sud. D'ailleurs il fallait songer au retour ; la plupart des chiens étaient morts et le stock de nourriture avait été calculé sur le temps suffisant strictement pour gagner le navire en ne supposant pas de retard.

La neige s'était ramollie et le voyage de retour s'effectua dans les plus mauvaises conditions. Les chiens moururent tous et les trois hommes furent obligés de s'atteler eux-mêmes aux traîneaux. Ne pouvant les emmener tous à la fois, ils devaient tous les six ou sept kilomètres revenir sur leurs pas pour chercher les véhicules restés en arrière. Ce travail dura vingt-neuf jours et le retour lui-même s'effectua en 34 jours. Partis du vaisseau le 2 novembre 1902, les courageux explorateurs n'étaient de retour que le 3 février 1903, après une absence totale de 93 jours.

Cette excursion permit de découvrir de hautes

chaînes de montagnes, le long de la Terre Victoria. Au delà du 82e parallèle, la côte paraissait se continuer presque en ligne droite vers le sud, jusqu'à une latitude de 83°20' au moins.

Pendant ce temps, les lieutenants Armitage et Skelton dans un voyage en traîneau vers l'ouest atteignirent une hauteur de 2700 mètres. C'était l'origine d'un vaste plateau s'étendant sans interruption, jusqu'à l'horizon, et les deux hommes s'éloignèrent à 209 kilomètres des quartiers d'hiver. Au retour, le détachement descendit en glissant, jusqu'à un glacier placé à 1000 mètres au-dessous. A un point du voyage, ils parcoururent une distance de 330 mètres en une minute 10 secondes, après s'être attachés par des courroies aux bancs des traîneaux. Cependant, bien peu s'en fallut que l'excursion ne se changeât en désastre : le lieutenant Armitage tomba dans une crevasse et resta suspendu à 10 mètres de profondeur. S'il n'avait été secouru sur-le-champ, il serait tombé d'une hauteur de plus de 600 mètres.

Une année s'était écoulée, depuis le départ de la *Discovery* et les organisateurs de l'expédition, stimulés par Sir Clements Markham, préparèrent un navire de secours. Le *Morning* fut confié au lieutenant Colbeck, qui avait déjà commandé la *Southern Cross* et quitta les rives de la Tamise le 9 juillet 1902. Dans le milieu de décembre, il croisait le cercle antarctique et découvrait, le jour de Noël, une nouvelle île sur le 180e méridien, l'Ile Scott. Le 25 janvier 1903, le lieutenant Colbeck apercevait les mâts de la *Discovery*. Mais la glace entourait complètement le navire et il ne fallait pas songer à le débloquer. D'ailleurs, le commandant Scott était bien décidé à passer un second hiver dans l'antarctique. Les provisions de charbon et de vivres furent transportées sur les traîneaux, et le *Morning*

laissa le 3 mars pour une nouvelle année, le commandant Scott dans ces régions inhospitalières. Il ramenait en même temps le lieutenant Shackleton, fort éprouvé lors du grand voyage effectué vers le Pôle en compagnie du commandant Scott.

Le second hiver se passa plus gaiement que le premier. l'expérience acquise avait permis une plus sage installation. Au retour du printemps, la température devint extrêmement basse : pendant plusieurs jours elle fut de — 45°.5 C. et elle tomba même à — 55°,5 C. Mais bientôt de nouvelles expéditions furent organisées.

« Accompagné de Skelton et de quatre matelots, raconte le commandant Scott, je partis le 12 octobre vers l'ouest et arrivai sur le glacier à l'altitude de 1500 mètres, à 128 kilomètres du navire ; mais le 18, des avaries survenues aux traîneaux, nous obligèrent à la retraite. Repartis quelques jours plus tard, nous atteignîmes le 20 novembre, le méridien 155°30' à l'est de Greenwich. Poursuivant ensuite avec deux hommes, je parvins en huit jours et demi de marche à un point situé à 181 kilomètres du navire, par 78 degrés de latitude et 146°33' de longitude E. de Greenwich. Le 14 décembre, je rejoignis le glacier et la veille de Noël ralliai le bord, après une absence de 59 jours.

» L'intérieur de la Terre Victoria forme un vaste plateau situé à l'altitude de 2700 mètres. Après avoir dépassé les chaînes de montagnes, qui s'élèvent sur la côte, aucune chaîne n'était visible. Les vallées que remplit le glacier présentent de magnifiques paysages et leurs versants constituent des coupes géologiques à travers les montagnes riveraines. »

Cependant, il était temps de songer à dégager le navire, si l'on ne voulait passer un nouvel hiver dans l'antarctique. Tous se mirent à l'œuvre pour ouvrir un canal, mais le travail était si lent qu'il fallut bientôt l'abandonner. A ce moment la largeur du banc de glace

était d'au moins 27 kilomètres et son épaisseur de deux mètres trente centimètres.

Le 5 juillet 1904, le *Morning* était en vue accompagné d'un second vaisseau de secours, la *Terra Nova* avec ordre de ramener l'expédition et d'abandonner la *Discovery* s'il était impossible de la débloquer. Mais on avait à peine terminé le déchargement de la *Discovery* que la mer se dégagea, ne laissant plus autour du navire prisonnier, qu'une ceinture de glace de 9 ou 10 kilomètres. Les équipages des trois vaisseaux placèrent alors de loin en loin sur la glace des charges de poudre et finirent par ouvrir un canal praticable. Le 12, la largeur du barrage n'était pas de cinq kilomètres. Le 14, la glace se brisait si rapidement que les vaisseaux de secours vinrent se ranger contre la *Discovery* ; enfin, le 16, une dernière explosion rendit à la *Discovery*, toute sa liberté. Le 18 février, les trois navires reprenaient la route du monde civilisé.

Le 2 mars, ils arrivaient en vue des Iles Balleny ; malgré sa très faible provision de charbon, le commandant Scott résolut de l'utiliser à de nouvelles découvertes et pendant deux jours et demi, il navigua à la recherche des terres signalées par Wilkes. Le navire vogua bien au sud des positions assignées à Ringgold's Knoll et à Eld's Peak, sans voir aucune apparence de terres. Le temps était splendide et l'horizon absolument pur. De même le Cap Hudson, ne put être découvert, alors que, d'après sa position sur la carte de l'explorateur américain, il aurait dû être très visible.

Enfin, le 5 mars, la *Discovery* franchissait le cercle antarctique, après être restée deux ans et deux mois plus au sud. Le 19, elle parvenait à Raurie Cove dans les Iles Auckland avec seulement dix tonnes de charbon dans ses soutes.

A son retour en Angleterre, en septembre 1904, l'expédition fut reçue avec le plus grand enthousiasme.

La *Royal Geographical Society* exprima les sentiments d'admiration et de reconnaissance de tous en offrant au commandant Scott deux médailles d'or.

Voyage du Gauss (1901-1903) (1). — Pendant ce temps une expédition nationale allemande, explorait la partie de l'antarctique, située vers le 90e méridien à l'est de Greenwich sous les ordres du professeur E. von Drygalski.

Celui-ci fut beaucoup aidé dans l'organisation de cette expédition par l'amiral comte Beaudissin, de la Marine allemande, et par le comte de Posadowski, secrétaire de la Maison Impériale.

Le navire fut construit à Kiel, un peu sur le modèle du fameux *Fram* de Nansen. On lui donna le nom du célèbre mathématicien allemand Gauss qui avait tant fait progresser la théorie du magnétisme terrestre.

Le personnel scientifique se composait en plus du Prof. von Drygalski, du Prof. Vanhöffen, naturaliste, qui avait déjà accompagné Von Drygalski au Groënland et sur la *Valdivia* ; le médecin était le docteur Haus Gazert ; le géologue, le docteur Emil Philippi, qui avait passé quelque temps auprès de Sir John Murray, pour l'étude des dépôts de mer profonde ; le docteur Friedrich Bidlingmaier devait s'occuper du magnétisme et de la géologie. Von Drygalski conservait le commandement de l'expédition, et il avait sous ses ordres le capitaine de navire Hans Ruser de la ligne *Hamburg-America* qui avait déjà exploré les mers australes sur la *Valdivia* en qualité de premier officier.

(1) Erich von Drygalski, *Zum Kontinent des eisigen Sudens. Deutsche Sudpolarexpedition. Fahrten und Forschungen des Gauss. 1901-1903.* Berlin, 1904.

Id., *Bericht uber Verlauf und Ergebnisse der deutschen Sudpolar Expedition* (ZEITSCHRIFT FÜR ERDK., Berlin, 1904, pp. 14-41).

Dr Philippi, *Ueber die Landeisbeobachtungen der letzten fünf südpolar Expeditionen* (ZEITSCH. DER GLETSCHERKUNDE, 1er juill. 1907).

Au moment du départ, il y avait à bord cinq membres du personnel scientifique, cinq officiers et 22 hommes.

Le *Gauss* quitta Kiel le 11 août 1901, et après un arrêt au Cap parvenait à l'Ile Possession dans les Crozet et le 31 décembre, jetait l'ancre à Royal Sound dans les Iles Kerguelen. Il y trouvait un petit groupe de savants allemands envoyés là quelques semaines plus tôt pour étudier le magnétisme de concert avec le *Gauss* dans les terres antarctiques.

Un mois plus tard, le *Gauss* continuait sa route dans l'intention de visiter la région vers 90° E. entre la Terre Knox et la Terre Kent ; il atteignait le pack le 13 février par 61°58′ de latitude S. et 95° 8′ de longitude E. De nombreux icebergs parsemaient la surface de la mer ; le 14, la sonde accusait encore une très grande profondeur : 1730 brasses à moins de 100 kilomètres de la position assignée par Wilkes à la Terre Termination. Mais un pack compact força le *Gauss* à changer sa direction et l'empêcha de vérifier la découverte de l'explorateur américain. Mais le 19, la sonde remonta tout à coup à 132 brasses seulement, bien qu'aucune terre ne parût à l'horizon.

Cependant, le 21 février 1902 au point du jour, le navire venait heurter le front d'une banquise continue en face d'une terre qui s'élevait peu à peu dans la direction du sud. Bientôt une tempête amoncelait les glaces autour du *Gauss* qui devait ainsi rester emprisonné jusqu'au 8 février 1903.

La Providence voulut que l'endroit fût spécialement protégé contre la mobilité de la glace et, en fait, bien qu'entouré de glaçons de tous côtés et à plus de 80 kilomètres de la terre ferme, on put s'y livrer en toute sûreté aux mêmes observations physiques que si on avait été à terre, en particulier aux expériences sur le pendule.

Tout fut préparé en vue de l'hivernage. Une maison

de glace fut construite pour servir d'observatoire magnétique ; il y eut également un observatoire astronomique ainsi que des abris météorologiques.

Vers le milieu de mars, diverses excursions furent organisées ; l'une d'elles, sous la conduite de Philippi, put gagner la terre en trois jours et demi et découvrit une colline de 300 à 400 mètres de hauteur qui reçut le nom de Gaussberg. Le 19 mars, von Drygalski fit plusieurs ascensions en ballon captif pendant lesquelles, d'une hauteur de 500 mètres, il lui fut possible d'observer l'ensemble du pays entourant la station d'hiver. A l'exception du Gaussberg, toute la contrée était recouverte d'un épais manteau de neige et de glace. Son altitude augmentait vers l'horizon et elle s'étendait très loin à l'est et à l'ouest. On lui donna le nom de Terre de l'Empereur Guillaume II.

L'hivernage se fit dans les meilleures conditions et avec un état de santé très satisfaisant. L'été revenu, la glace commença à se rompre ; le 8 février 1903, le navire pouvait se mouvoir un peu : la glace craquait de toutes parts et se disloquait. Il fallut procéder rapidement à l'embarquement des chiens et du matériel des observations. A cinq heures du soir, la fissure dans le voisinage du navire était devenue assez large pour que l'usage des câbles devînt nécessaire au rapatriement du reste de l'équipage. Enfin à 7 heures, le *Gauss* quittait sa prison. Pendant deux mois, on fit toutes sortes d'efforts pour explorer les bords de la banquise, mais inutilement, la route du sud resta constamment obstruée. Enfin par 64°58′ de latitude S. et 79°33′ de longitude E., il fallut se décider à repartir pour le nord.

Le 13 avril, on rencontrait le dernier iceberg ; le 19, le *Gauss* jetait l'ancre à Kerguelen où il retrouvait le petit détachement laissé une année plus tôt et très éprouvé par la maladie. Le 26 avril, on était à Saint-Paul et le 27 à la Nouvelle Amsterdam ; enfin, le 31,

le navire se trouvait en Afrique, à Port Natal, et le 24 novembre 1903 l'expédition entière abordait les bords de l'Elbe.

Expédition suédoise de l'Antarctique (1901-1904) (1). — L'été antarctique 1901-1902 devait voir encore une autre expédition dirigée par un Suédois, le docteur Otto Nordenskjöld, le neveu du fameux A. E. Nordenskjöld qui découvrit le passage du Nord-Est.

Otto Nordenskjöld tenta d'organiser son expédition dès 1899 et ne réussit qu'après de nombreux déboires. Il avait déjà étudié la géologie de l'Amérique du Sud et désirait vivement étendre ses recherches à cette partie de l'Antarctique qui fait face à la Terre de Feu.

Il eut la bonne fortune d'avoir pour capitaine de son navire, l'*Antarctique*, C. A. Larsen qui sur le *Jason* avait déjà visité deux fois les mêmes régions. Le personnel scientifique comprenait neuf savants spécialistes.

L'expédition quitta Göteborg, le 16 octobre 1901, visita Falmouth et se dirigea ensuite vers les Shetland du Sud, en passant par Port Stanley dans les Falkland et par l'Ile de l'État. Un jeune lieutenant de la marine Argentine avait rejoint l'expédition et le Gouvernement de la République Argentine avait précédemment entrepris d'établir un important observatoire magnétique et météorologique près du Cap Horn.

La première île du groupe des Shetland du Sud était en vue le 10 janvier 1902, et après avoir suivi la côte Ouest de la Terre Louis Philippe et avoir reconnu que le Canal d'Orléans ne communique pas avec la Mer de

(1) Otto Nordenskjöld, J. Gunnar Andersson, C. A. Larsen, et C. Skottsberg, *Antarctic. Zwei Jahre in Schnee und Eis am Südpol. Nach dem Schwedishen Original ins Deutsch übertragen von Mathilde Mann.* 2 vol., Berlin, 1904.

Otto Nordenskjöld and J. Gunnar Andersson, *Antarctica, or Two Years amongst the Fee of the South Pole.* London, 1905.

Id., *Au pôle Antarctique.* Trad. par Ch. Rabot. Paris, 1904.

Weddell, comme d'Urville l'avait supposé, mais n'est que la Mer de Weddell elle-même, il tenta d'aller vers le sud, le long de la Côte du Roi Oscar II. Cependant la glace était très défavorable et le navire, obligé de se tenir toujours loin de la terre, ne put pénétrer jusqu'au cercle antarctique.

Au retour, Nordenskjöld se fit débarquer à l'Ile Snow-Hill avec trois membres du personnel scientifique et deux matelots pour établir une maison d'hiver. C'était le 22 février 1902.

Le navire continua sa route vers le nord dans le but de faire de nouvelles recherches dans la mer libre jusqu'au printemps suivant ; mais Nordenskjöld ne devait plus le revoir.

Pendant l'hivernage, les courageux explorateurs firent plusieurs longs voyages en traîneaux. Au cours de l'un d'eux, ils traversèrent la large muraille de glace qui borde le rivage de la Terre du Roi Oscar II. Nordenskjöld la comparait à la Grande Barrière de Ross ; elle était toutefois élevée. Pour lui, ces masses de glace s'étaient formées sur place par la congélation de l'eau de mer et l'accumulation de la neige. L'hiver fut caractérisé par un temps terrible où un très grand froid et un vent de tempête forçaient les explorateurs à rester six mois enfermés dans leur maison, qui était heureusement une solide construction en bois de sapin.

L'été revint, mais sans le navire et un second hiver, celui de 1903, dut être passé sur la glace. Au retour du printemps, en octobre 1903, Nordenskjöld partit explorer la contrée située à l'ouest au pied du Mont Haddington. Après avoir reconnu que la montagne se trouvait au milieu d'une île à laquelle il donna le nom de Ross, l'illustre explorateur continua sa route avec ses compagnons jusqu'à la Terre Louis-Philippe où ils se trouvèrent tout à coup en face de deux êtres humains dont les chiens s'enfuirent en hurlant. Ces deux

hommes étaient à peine reconnaissables, noirs de la tête aux pieds, avec une longue chevelure retombant sur leurs épaules et une grande barbe noire emmêlée : c'étaient le Dr J. Gemmar Anderson et le lieutenant Duse ; ils avaient quitté le navire pendant l'été précédent quand il fut reconnu que le campement d'hiver ne pourrait jamais être atteint, et ils avaient tenté de faire la route à pied pour avertir Nordenskjöld. Mais, surpris par la mauvaise saison, il leur avait fallu construire une hutte pour hiverner et, afin de ménager leurs rares provisions, se nourrir de graisse de phoque qui était aussi leur seul combustible. Tous revinrent à Snow-Hill, et en attendant anxieusement le retour du navire, ils firent le résumé de leur étude géologique de la région.

Déjà ils se préparaient à passer un troisième hiver dans ces régions inhospitalières quand, le 8 novembre, ils virent des étrangers s'approcher : c'était le capitaine Trizar accompagné d'un des officiers de son navire, l'*Uruguay*, de la Marine argentine, qui venait offrir de rapatrier le petit détachement puisqu'on était toujours sans nouvelles de l'*Antarctique*. La même nuit, par un hasard vraiment providentiel, Larsen, le capitaine même de l'*Antarctique*, avec cinq de ses hommes, arrivait au camp. Il raconta comment son navire avait été pendant le mois de janvier emprisonné par les glaces dans le golfe Erebus et Terror, les tentatives inutiles faites pour le dégager, les avaries qu'il avait éprouvées, puis la résolution du capitaine de descendre à terre et enfin le naufrage même du navire et la perte des documents et des collections scientifiques amassés au cours de la croisière. L'équipage avait hiverné à l'Ile Paulet.

Finalement, le 10 novembre 1903, tous les membres de l'expédition se trouvaient réunis sur l'*Uruguay* et une semaine plus tard le capitaine Frizar avait la joie

de terminer à la Terre de Feu, l'une des expéditions de secours les plus courtes et les plus brillamment heureuses dans l'histoire polaire.

Expédition nationale écossaise. La Scotia (1902-1904) (1). — Cependant une nouvelle expédition se préparait à affronter les terribles dangers qui menacent les hardis explorateurs des mers antarctiques. Pendant que la *Discovery*, le *Gauss* et l'*Antarctic* parcouraient les régions avoisinant la calotte polaire sud, pendant que le *Morning* partait ravitailler l'expédition nationale anglaise, M. William S. Bruce organisait avec toute l'activité possible une croisière dans ces mêmes parties du globe. Le principal souscripteur était M. Andrew Coats de Paisley avec lequel M. Bruce avait déjà fait en 1898 un voyage au Spitzberg.

Tandis que les expéditions anglaises et allemandes se proposaient surtout d'étudier le magnétisme, et l'expédition suédoise la géologie et la paléontologie, M. Bruce voulait se consacrer principalement à l'océanographie et à la météorologie.

La *Scotia*, ancien baleiner norvégien, fut aménagée spécialement dans ce but, et portait deux énormes tambours autour desquels étaient enroulés deux fils d'acier de 11 000 mètres de longueur. Ils devaient servir à sonder ou à draguer les profondeurs de la mer. A l'arrière était installé le matériel destiné à l'étude de la météorologie, en particulier un grand cerf-volant, imaginé et construit spécialement pour l'expédition par John Anderson d'Édimbourg.

La direction du navire fut confiée au capitaine Robertson qui avait voyagé pendant vingt ans autour du Pôle Nord et à qui l'on doit d'intéressantes observations géographiques sur la côte du Groenland.

(1) W. S. Bruce, Rob. C. Mossman, etc., *First Antarctic voyage of the « Scotia »* (Scott. geogr. Magaz., 1904, pp. 57-66, 113-133).
Pour la seconde croisière, voir Ibid., 1905, pp. 23-37, 401-440.

Le personnel scientifique était composé de six spécialistes qui se partageaient les différentes branches de la science. C'étaient en particulier, MM. Rudmose, Brown et D. W. Wilton, naturalistes, M. R. C. Mossman, météorologiste, le Dr J. H. Pirie, médecin et géologue.

La *Scotia* quitta la Clyde, le 2 novembre 1902. Le 22 janvier 1903, elle était aux Iles Falkland et, le 26 du même mois, elle sortait de Port Stanley se dirigeant vers la mer de Weddell. Le 2 février, le navire rencontrait le bord du pack par 60°20′ S. et 43°50′ W. Le lendemain, les Orkneys du Sud étaient en vue, et un débarquement fut opéré à l'Ile Saddle. La glace gênait considérablement la marche des explorateurs.

Cependant le 18 février, ils croisaient le cercle antarctique et pénétraient enfin dans une mer absolument libre et, le 22, ils atteignaient 70° 25′ de latitude S. à peu près à mi-chemin entre les itinéraires de Ross et de Weddell.

De fréquents sondages donnaient de précieux renseignements sur le fond de l'océan, qui ne dépassa jamais 2500 brasses. Mais la saison s'avançait et la surface de la mer commençait à se glacer, il devenait donc urgent de reprendre la route du nord si l'on ne voulait pas rester prisonnier dans les glaces.

Le 26 mars, la *Scotia* jetait l'ancre dans une baie de l'Ile Laurie dans les Orkneys ; c'est là qu'elle devait passer l'hiver. Une solide maison de pierre fut construite sur le rivage avec des murs de quatre pieds d'épaisseur, un observatoire magnétique fut aussi érigé et les instruments météorologiques installés dans le voisinage.

Pendant tout l'hiver des observations magnétiques furent faites très régulièrement, et de longues excursions furent organisées à travers les îles de l'Archipel.

Le 27 novembre 1903, le navire pouvait enfin

quitter sa prison de glace et prendre la route des Falkland, laissant à l'Ile Laurie M. Mossman avec cinq compagnons pour continuer les observations. Quelques jours plus tard, la *Scotia* arrivait à Buenos Aires où l'expédition fut cordialement reçue par le Gouvernement argentin.

Le 21 janvier 1904, le navire quittait ce port emmenant plusieurs météorologistes argentins qui continueraient les observations à l'Ile Laurie. Le 14 février suivant, on quittait enfin cette station et le navire reprenait la route du sud, laissant M. Mossman et ses nouveaux compagnons continuer pendant une période d'une année les travaux déjà commencés.

La glace était beaucoup plus rare que l'année précédente et le cercle antarctique fut atteint sans difficulté vers 32° de longitude occidentale. Au commencement de mars la latitude extrême de l'année précédente et même celle de Ross en 1843 étaient dépassées, et tout laissait espérer que l'expédition pourrait renouveler la tentative de Weddell quand, par 72°18′ S. et 17°59′ de longitude W., les conditions changèrent brusquement.

Jusqu'à ce moment la profondeur de l'océan était uniformément de 2600 brasses, elle se réduisit tout à coup, le 6 mars, à 1131, et en même temps une terre inconnue venait arrêter la marche du navire. Un pack très dense empêchait de l'aborder plus près que trois kilomètres, mais elle apparaissait s'élevant à une grande altitude et s'étendant jusqu'à l'horizon. Elle put être suivie pendant plus de 200 kilomètres vers le sud-ouest.

A 73°30′ S. et 21°30′ W., la profondeur de la mer n'était plus que de 159 brasses à quatre kilomètres et demi du rivage. Une violente tempête se déchaîna peu après et le navire fut bloqué dans les glaces et immobilisé à 74°1′ S. et 22°0′ W. ; mais le 13 mars le floc se dispersa et la *Scotia* put continuer sa route.

La terre nouvellement découverte fut appelée Terre

de Coats du nom des deux principaux souscripteurs de l'Expédition. « On s'est demandé, dit M. Bruce, s'il était bien certain que l'obstacle qui arrêta mon navire appartenait réellement au continent antarctique. Je n'hésite pas à répondre : oui, et voici mes raisons : Tous nos sondages entre 60° et 70° S. varièrent entre 2500 et 2700 brasses. A 72° S. ils étaient encore de 2300 brasses, à 80 kilomètres de la barrière. A 40 kilomètres, la profondeur n'était plus que de 1400 et même 1200 brasses et à 3 kilomètres elle était de 160 brasses seulement. Cette seule considération suffirait à faire tomber toute objection. Mais j'ajouterai encore qu'au-dessus de la barrière de glace haute de 75 à 80 mètres, on voyait un haut plateau s'élevant peu à peu jusqu'à l'horizon. Il était impossible d'évaluer la hauteur de ce champ de glace — la vraie glace continentale de l'Antarctique — mais elle était probablement de plusieurs milliers de pieds. Enfin, les phoques et les oiseaux, dont nous n'avions vu jusqu'ici que de rares spécimens, se montraient par myriades — les pingouins, surtout les pingouins empereurs, les pétrels, les hirondelles de mer, surgissant de toutes parts ; or tous ces êtres sont les hôtes habituels des falaises et des rochers et ne s'éloignent jamais des masses continentales. »

La *Scotia*, ne pouvant plus voguer vers le sud, reprit la direction du nord-est pour continuer ses études océanographiques dans la Mer de Weddell et réussit à faire quelques sondages très fructueux de grande profondeur : ainsi à 71°22′ S. et 16°34′ W., elle pêchait par 1 410 brasses de profondeur soixante espèces d'animaux.

Enfin le 23 mars, elle se trouvait justement au point où soixante ans auparavant Ross avait déroulé une sonde de plus de 7000 mètres sans trouver le fond. Mais les appareils perfectionnés de la *Scotia* marquèrent seulement 2660 brasses, et l'on peut dire que la

Mer de Weddell a une profondeur à peu près uniforme de 2400 à 2700 brasses.

Poursuivant sa route vers le nord sur le 10e méridien, M. Bruce opéra toute une série de sondages jusqu'à l'Ile Gough et ensuite jusqu'à la ville du Cap où il arriva le 5 mai 1904. Enfin le 31 juillet il jetait l'ancre de nouveau sur les bords de la Clyde, où une splendide réception l'attendait ainsi que ses compagnons.

Pendant ce temps M. Mossman et ses auxiliaires continuaient leurs observations à l'Ile Raurie jusqu'en février 1905, où la vaisseau argentin l'*Uruguay* venait les rapatrier.

Expédition française du Dr Charcot sur le « Français » (1903-1905) (1). — Cependant une nouvelle expédition prenait bientôt la route du Pôle Sud. Au cours du XIXe siècle, la France n'avait été représentée autour de la calotte polaire antarctique que par Dumont d'Urville. Il était nécessaire que dans ce nouvel effort des grandes nations européennes pour arracher au Pôle son secret, elle fût vaillamment représentée.

Remarquons toutefois que l'initiative de cette expédition est due entièrement à un particulier, le docteur Jean Charcot qui eut même les plus grandes difficultés pour réunir la somme de 450 000 francs absolument indispensable pour une telle entreprise. C'était même peu, comparé aux trois millions de l'Angleterre, au million et demi de l'Allemagne et au million de l'Écosse.

Un bateau fut construit spécialement à la Société des chantiers et constructions navales de Saint-Malo. La vaste étendue de mer qui séparait de l'Antarctique et les conditions spéciales de la navigation dans ces régions ne permettaient pas d'adopter les formes particulières du *Fram*, le fameux bateau de Nansen, mais

(1) J.-B. Charcot, *Le « Français » au Pôle Sud. Journal de l'Expédition antarctique française 1903-1905*. Paris, 1905.

les lignes étaient telles que le moins de surface plane possible se trouvait exposé aux pressions des glaces. Les dimensions étaient les suivantes : longueur 32 mètres, largeur 7m54, creux sur quille 4m20.

L'État-Major se composait de six hommes y compris le Dr Charcot, chef et médecin de l'expédition, qui devait s'occuper en plus d'études bactériologiques : c'étaient M. A. Matha, lieutenant de vaisseau, chargé des observations astronomiques, de l'hydrographie, de l'étude des courants et des marées, de la chimie de l'eau de mer et de la gravitation terrestre ; M. J. Rey, enseigne de vaisseau qui devait étudier la météorologie, le magnétisme terrestre et l'électricité atmosphérique ; M. P. Pléneau, ingénieur de l'École centrale, photographe ; M. J. Turquet, licencié ès sciences qui devait se consacrer à la zoologie et à la botanique et enfin M. E. Gourdon, également licencié ès sciences, chargé plus spécialement de la géologie et de la glaciologie.

Le *Français* quittait le Havre le 15 août, après une ovation enthousiaste d'une foule considérable, et le 31 août les explorateurs disaient un dernier adieu à la terre de France. Le voyage à travers l'Atlantique se fit sans incident notable. Après s'être arrêtés à Buenos Aires et à Ushuaia la ville la plus méridionale du monde, les hardis marins prenaient définitivement le 27 janvier la route de l'Antarctique.

Le 1 février, le *Français* arrivait en vue de l'Ile Smith dans les Shetlands du Sud et rencontrait le même jour son premier iceberg, « aux angles bien droits comme taillés à l'équerre ». Charcot constate alors que les roches marquées sur les cartes sous le nom de Roches Williams n'existent pas à l'endroit qui leur est assigné, ni dans un vaste rayon avoisinant. Puis le navire longe quelque temps l'Ile Low, « vaste plateau légèrement bombé, sans une saillie remarquable. C'est une croûte de neige et de glace apparaissant absolu-

ment lisse à distance et reposant sur une base étroite de rochers brun-rougeâtre. De nombreux récifs en hérissent les approches, dominés par les icebergs qui semblent veiller sur l'île comme des sentinelles de légendes. »

Le lendemain 2 février, on était en vue de l'Ile Hoseason à peu de distance de l'entrée N.-E. du détroit de Gerlache sur la côte N.-W. de l'archipel de Palmer. Au loin la côte apparaît bordée de grands fronts de glaciers, falaises perpendiculaires ou même surplombantes. Ailleurs ce sont des pentes presque droites de névé, qui aboutissent toutes à d'imposantes et magnifiques chaînes de montagnes dont les sommets dépassent 1000 et même 2000 mètres.

Pendant quelques jours le navire reste amarré dans la Baie des Flandres : des réparations urgentes doivent être faites aux machines. Le 19 février, les explorateurs se dirigent sur l'Ile Wiencke où ils établissent un cairn, et reconnaissent une baie où à la rigueur, il serait possible de passer l'hiver : c'est le Port Lockroy. Le 21 février, ils sont en vue des Iles Wauwermanns et arrivent en face du Cap Renard au milieu d'un chenal extrêmement étroit au pied d'une muraille verticale de près de 700 mètres de hauteur. Après une navigation très dangereuse, ils se trouvent le 26 février en face d'une des Iles Biscoë, énorme calotte basse entourée de flocs serrés et d'innombrables icebergs. Du côté opposé apparaît la terre « avec son aspect toujours le même, hautes montagnes aux sommets couverts de neige, à la base formée de glaciers se terminant dans la mer en falaises verticales ».

D'ailleurs la mer est absolument encombrée par la glace et nulle part n'apparaît un point favorable pour l'hivernage. Si l'on veut éviter de rester emprisonnés dans la banquise, il est urgent de reprendre la route du nord. Dans la nuit du 27 au 28, un violent ouragan

menace à chaque instant de faire sombrer le navire et il ne faut pas moins de toute l'énergie de l'équipage pour sortir de ce mauvais pas. Enfin, le 4 mars, l'ancre est jetée au fond de Port Charcot sur la côte de l'Ile Wandel. C'est là qu'il faudra passer l'hiver, par 65°,5 de latitude S. et 64° de longitude W. à la limite des découvertes de la *Belgica* sur la Terre de Graham, dans une région où aucune observation régulière de quelque durée n'avait été entreprise, à un degré plus au sud que la station d'hivernage de Nordenskjöld sur la côte est de la même terre, ce qui ne pouvait que donner plus de valeur aux travaux des deux expéditions.

Une maison fut construite ainsi que plusieurs hangards pour loger toute la cargaison du navire et conserver, en cas de naufrage du *Français* pendant la mauvaise saison, des moyens suffisants de subsistance.

Les observations scientifiques sont aussitôt commencées : une maison en pierre est construite pour les études du magnétisme ; l'abri météorologique et l'abri du thermomètre sont installés en des lieux convenables.

Plusieurs petites excursions furent organisées dans le voisinage qui permirent de tracer exactement les contours des îles et des rivages.

Enfin l'hiver passa et le printemps revint avec son cortège ordinaire d'ouragans et de neige. Peu à peu le navire est remis en état de continuer le voyage, les pingouins reviennent en abondance ; mais le froid reste très rigoureux et la prison de glace qui enserre le *Français* ne semble pas prêt de s'ouvrir.

Après une petite excursion dans le sud par le commandant et quatre hommes montés sur une baleinière, tout l'équipage se mit avec ardeur à creuser dans la glace un canal suffisant pour dégager le navire. L'opération après bien des fatigues réussit à merveille et, vers le 20 décembre, le *Français* se trouvait dans une

eau absolument libre. Mais il fallut attendre jusqu'au 26 décembre pour quitter enfin définitivement Port-Charcot.

Après quelques jours d'étude passés à Port Lockroy, les explorateurs reprennent la route du sud au milieu d'une mer couverte de glaçons et d'icebergs, menacés à chaque instant par d'effroyables tempêtes.

Le 14 janvier, ils arrivent en vue d'une terre inconnue non marquée sur les cartes entre le 66e et le 67e parallèle. Cette terre paraît s'étendre très loin dans le S.-W. et se rattacher à un pic élevé aperçu le 13 au N.-E. de la terre Alexandre I. Elle est formée par une chaîne de montagnes imposantes d'où se dressent cinq pics remarquables, dont les deux plus élevés atteignent 1000 et 1680 mètres et qui sortent d'un grand glacier en terrasse se terminant par une falaise de glace dans la mer.

Le 15, le navire vogue tranquillement à peu de distance de la côte au milieu d'icebergs très élevés, quand tout à coup, vers 8 heures du soir, à une encâblure à peine d'un iceberg de près de 50 mètres de haut, un choc terrible se produit, la mâture vibre et plie au point de faire craindre qu'elle ne vienne en bas et le bateau grimpe presque vertical, avec un craquement sinistre, s'engageant jusqu'à la passerelle. Le navire vient de donner sur une roche moutonnée à fleur d'eau. La situation devient extrêmement grave. L'eau entre à flots par l'avant glissant le long de la râblure jusque par le travers des chaudières et gagne rapidement dans le poste d'où les cloisons, le chargement et le charbon l'empêchent de venir sur l'arrière.

Grâce aux pompes, l'équipage réussit à maintenir le bateau à flot, mais c'est un travail éreintant et qu'il faudra continuer jusqu'au port le plus proche.

Le 19, la terre est en vue, ce sont d'abord trois grandes îles en calotte appartenant au groupe des Iles

Biscoë, puis derrière celles-ci de hautes chaînes de montagnes, des caps, des baies et une pointe remarquable vue déjà au mois de février précédent.

Le 24 janvier, le navire passe près de l'Ile Victor-Hugo, et le 26 on aperçoit le Mont William dans l'Ile Anvers. Enfin, le 30 janvier, l'ancre est jetée à Port-Lockroy où l'équipage, absolument épuisé par le surmenage et la maladie, prend un peu de repos. Le 10 février, le *Français* continue sa route et finalement, après plusieurs stations, le long de l'Ile Anvers et de l'Ile Brabant, le commandant Charcot se dirige définitivement vers le nord.

Malheureusement le vent empêche le navire d'avancer et, pendant dix jours, il lutte désespérément. Enfin le 4 mars, l'ancre est jetée à Puerto-Madryn ; c'est la fin de l'expédition. Vers le milieu de mars, le *Français* arrivait à Buenos Aires où le Gouvernement argentin le faisait mettre en cale sèche pour les réparations nécessaires et finalement l'achetait au commandant Charcot.

Le 9 juin 1904, tous les membres de l'expédition étaient solennellement reçus à Paris par le Ministre de la Marine et des représentants et des délégués des principales sociétés savantes de la capitale.

Ces expéditions cependant avaient vivement excité l'intérêt du monde savant et l'on regrettait qu'il n'y eût pas eu entre les diverses nations une entente plus parfaite qui aurait permis de grouper plus efficacement les bonnes volontés et les efforts de tous. Divers projets furent lancés dans ce sens, plus ou moins étudiés et qui aboutirent à réunion en 1906 d'un congrès international pour l'étude des régions polaires.

Ce congrès se réunit à Bruxelles, le 7 septembre et dans l'assemblée, très nombreuse, se remarquaient les célébrités les plus en relief du monde encore restreint des hardis conquérants des hautes latitudes et des

savants éminents qui se sont voués à la cause polaire : c'étaient le prince Roland Bonaparte, le vice-amiral Wandel, MM. Rykaschew, Nordenskjöld, le capitaine Scott, von Drygalski, M. de Gerlache, Charcot, Rabot, Gerland, Arctowski, Lecointe, etc.

La discussion des différentes matières à étudier fut très active : de nombreux vœux furent émis. Mais la principale question traitée fut l'élaboration d'un projet de statuts relatifs à l'organisation d'une association polaire internationale.

Finalement il fut créé une commission polaire internationale dont l'objet est d'établir entre les explorateurs polaires des relations scientifiques plus étroites, d'assurer dans la mesure du possible, la coordination des observations scientifiques et des méthodes, de discuter les résultats scientifiques des expéditions, enfin de seconder les entreprises qui ont pour objet l'étude des régions polaires pour autant que celles-ci le demandent, notamment en indiquant les desiderata scientifiques. La commission s'interdisait d'ailleurs de diriger ou de patronner une expédition déterminée.

Elle devait être composée des représentants de tous les pays dont les nationaux ont dirigé une ou plusieurs expéditions polaires, ou participé scientifiquement à une telle expédition.

Déjà M. Charcot avait l'intention de retourner dans l'Antarctique pour continuer l'exploration du secteur qu'il avait déjà parcouru. De son côté M. Arctowski cherchait à organiser une seconde expédition antarctique belge et publiait un programme scientifique complet. Cette seconde expédition belge n'a pu encore être réalisée, mais d'autres explorateurs sont retournés vers le Pôle qui faillit tout à coup être visité jusque dans sa partie la plus centrale par le lieutenant anglais Shackleton, l'un des hardis compagnons du commandant Scott.

Expédition antarctique du lieutenant Shackleton

(1908-1909) (1).— Dans sa mémorable campagne sur la *Discovery* de 1902 à 1904, le commandant Scott était parvenu à franchir la moitié de la distance qui séparait le point extrême atteint avant lui du Pôle même. Il avait été forcé de s'arrêter à 860 kilomètres du but qu'il s'était promis d'atteindre, après s'être éloigné à plus de 475 kilomètres de son navire, accompagné de deux hommes seulement, les lieutenants Skelton et Shackleton.

Le voyage d'exploration en traîneaux avait été extrêmement pénible, et tout faisait prévoir que le record de Scott ne serait pas battu de longtemps. Or voilà que tout à coup, l'année dernière, les nations civilisées apprenaient avec stupeur qu'un jeune lieutenant anglais, non seulement s'était avancé plus au sud que Scott en 1902, mais avait d'un seul bond, pour ainsi dire, battu tous les records des expéditions à l'assaut des pôles depuis des siècles.

Et comme l'expédition du lieutenant Shackleton, désormais célèbre, n'avait rien d'officiel, personne n'en avait parlé. C'est à peine si les revues scientifiques avaient noté le fait en passant.

A peine de retour de son premier voyage d'exploration dans l'Antarctique, sous les ordres du commandant Scott, le lieutenant Shackleton s'était occupé aussitôt de préparer une nouvelle expédition.

Familiarisé avec tous les dangers à courir dans ces régions inhospitalières, il eut l'idée d'employer, non pas des chiens seulement, mais des poneys de Mandchourie pour traîner les véhicules. Heureuse innova-

(1) *Lieut. Shackleton's Antarctic Expedition* : NATURE, 1 avril 1909, n° 2057, vol. 80, p. 130-134.

Sir E. H. Shackleton, C. V. O., *The Heart of the Antarctic. Being the Story of the British Antarctic Expedition*, 1907-09. Londres, 1909.

Sir E. H. Shackleton, *Au cœur de l'Antarctique*. Paris, 1909.

tion qui fut probablement la cause en partie du succès de l'expédition.

Persuadé qu'un nombreux personnel est plutôt une source d'échecs au milieu de tant de dangers, et qu'un grand vaisseau évolue difficilement dans les glaces, Shackleton s'embarqua sur un navire de 200 tonneaux seulement, le *Nimrod*, excellent voilier dont une longue navigation avait mis les qualités à l'épreuve et qui avait été pourvu de machines neuves en 1889 ; il pouvait réaliser à la vapeur une vitesse de 7 nœuds à l'heure. Shackleton était accompagné de quelques savants et d'un équipage juste suffisant pour la conduite du navire.

Le 30 juillet 1907, il quittait Londres, se dirigeant vers la Nouvelle Zélande où il arrivait vers la fin de décembre et, le 1er janvier 1908, il se lançait vers le sud. Après avoir subi de terribles tempêtes qui mirent à une rude épreuve la solidité du bâtiment et l'énergie des explorateurs, ils arrivèrent en vue de la grande barrière de glace le 23 janvier. Shackleton tenta, mais inutilement, de gagner la Terre du Roi Édouard VII ; il fut obligé de se réfugier à peu près dans les quartiers d'hiver de la *Discovery*, à la baie Mc Murdo.

Ce fut le point de départ de plusieurs expéditions. Dès le 5 mars le lieutenant et ses compagnons faisaient l'ascension du Mont Erebus. Partis du Cap Royd, le 5 mars, ils parvenaient, le 7, en traîneau à l'altitude de 1650 mètres. A ce moment, il leur fallut transporter leur équipement sur leur dos et, le 7 au soir, ils atteignaient 2850 mètres. L'ascension ayant été interrompue par une violente tourmente de neige, les voyageurs arrivèrent le 9 seulement au vieux cratère, à l'altitude de plus de 3300 mètres, et ils l'explorèrent. Le sommet haut de près de 4000 mètres (13 120 pieds) fut atteint le 10 mars. Le cratère actif mesure 800 mètres de diamètre et 240 de profondeur ; il émettait de fortes

quantités de vapeur et de gaz sulfureux jusqu'à une hauteur de 600 mètres.

Pendant tout l'hiver, on fit de nombreuses observations de toutes sortes, météorologiques, magnétiques, biologiques, etc., ainsi que plusieurs petites expéditions destinées à établir des dépôts en vue d'un long voyage vers le sud.

Le 29 octobre 1908, Shackleton, accompagné de MM. Adams, Marshall et Wild, partait en traîneaux dans la direction du Pôle Sud. Le 13 novembre, ils arrivaient au dépôt de provision qui avait été laissé à 79°36'. La direction suivie était le 168e méridien, à l'est de la route de l'expédition Scott, et le 26 novembre ils atteignaient le point extrême reconnu par Scott. Bientôt après ils approchaient d'une chaîne de montagnes dirigée vers le sud-est. En route il leur avait fallu tuer des poneys et établir des dépôts de viande et d'autres provisions.

Continuant leur route en avant, ils arrivaient le 5 décembre devant un grand glacier dont ils durent faire l'ascension par 83°33' de latitude et 172 degrés de longitude E.

Les difficultés étaient énormes par suite du grand nombre de crevasses et, le 8 décembre en particulier, c'est à peine si les courageux voyageurs avancèrent de 700 mètres.

Ils eurent ensuite à traverser une autre chaîne de montagnes courant vers le sud-sud-ouest, et atteignirent finalement un plateau de 3000 mètres d'élévation où ils formèrent par 85°10'3" un dépôt de tout ce qui pouvait être abandonné.

Le 9 janvier, ils se trouvaient à 88°23' de latitude et à 162 degrés de longitude E., après avoir subi pendant plusieurs jours une bourrasque qui abaissa la température à plus de 40° au-dessous de zéro. La fatigue, l'épuisement même, causé par le surmenage et la privation

de nourriture, les obligèrent de s'arrêter là, à 170 kilomètres seulement du pôle, à peu près la distance du Havre à Paris. De cet endroit, aucune montagne n'était visible et le plateau couvert de neige s'étendait au loin sans interruption vers le sud.

Le retour se fit nécessairement par la même route : mais il fut extrêmement pénible, les malheureux explorateurs étaient littéralement épuisés par les privations et la fatigue. A plusieurs reprises, la nourriture fit défaut. Des tempêtes effroyables et un froid d'une extrême rigueur venaient paralyser le peu de forces qui leur restaient. Enfin le 4 mars ils arrivaient tous au point d'hivernage, après un merveilleux voyage de 2748 kilomètres accompli en 126 jours.

Pendant ce temps, une autre expédition, composée de Sir Philip Brocklehurst, M. Priestley, de Bristol, géologue, et de M. Armitage, travaillait dans le voisinage du glacier Ferrar ; tandis que le Prof. Edgeworth David, de l'Université de Sidney, partait des quartiers d'hiver dans la direction du nord, le long de la côte de la Terre Victoria, accompagné de M. Mawson et de M. Mackay. La petite troupe gravissait les hauts plateaux qui s'étendent à l'intérieur et, s'élevant jusqu'à une altitude de plus de 2100 mètres, découvrait le pôle magnétique au voisinage de 72°25' de latitude S. et 154° longitude E. A leur retour au rivage, les explorateurs trouvèrent la glace brisée et toute communication avec le lieu d'hivernage rendue impossible. Heureusement le 4 février, le *Nimrod* vint à leur secours et le voyage se terminait sans incident. Grâce à cette excursion, on avait la quasi-certitude que le plateau glacé de la Terre Victoria se continuait sans interruption jusqu'à la Terre de Wilkes et jusqu'aux côtes reconnues par Dumont d'Urville près de soixante-dix ans plus tôt.

Il est évident que les résultats scientifiques et géo-

graphiques de l'expédition Shackleton sont de la plus haute importance. Son raid vers le Pôle Sud ne constitue pas simplement une promenade audacieuse sur l'immense calotte de glace qui recouvre cette partie de notre globe. Nous savons maintenant d'une façon certaine qu'il existe là non pas un groupe d'îles plus ou moins étendues, mais un immense continent, deux fois vaste comme l'Europe peut-être, et dont l'altitude moyenne est prodigieuse.

Il nous est même possible désormais d'en esquisser la géographie générale. « Le pôle sud géographique, disait l'explorateur, est, sans aucun doute, situé sur un plateau de 3000 à 3500 mètres au-dessus du niveau de la mer. » Ce plateau est traversé par au moins huit chaînes de montagnes où Shackleton a reconnu plus d'une centaine de sommets. Or la principale de ces chaînes de montagnes se trouve sur le prolongement exact de la côte de la Terre Victoria et se continue dans la direction de la Terre de Graham. Il est fort probable que de cette arête montagneuse le plateau s'abaisse ensuite en pente douce jusque vers la Mer de Weddell et la Terre de l'Empereur Guillaume. Du côté opposé, c'est-à-dire vers la Terre du Roi Édouard VII et les îles Pierre I et Alexandre I, l'étendue continentale doit être bien moindre et doit rappeler ce qui existe pour les deux Amériques tout le long de l'Océan Pacifique.

Les observations géologiques sont très importantes. Le lieutenant Shackleton a trouvé des couches de charbon dans le calcaire. Les seuls fossiles rapportés sont quelques radiolaires, découverts par le Prof. David dans des galets. Il est impossible de déterminer leur âge, mais si l'on songe à la ressemblance qui existe entre les ardoises du Cap Adare et celles des terrains paléozoïques supérieurs du sud de l'Australie, on peut croire que ces radiolaires fournissent la preuve

qu'elles appartiennent à la même série. Comme on n'a trouvé aucune autre sorte de fossile, leur absence ou tout au moins leur rareté porte à croire que la région fut soumise à des conditions climatériques rigoureuses pendant que se sont déposées les roches sédimentaires.

Seconde expédition du commandant Charcot sur le « Pourquoi Pas ? » (1). — A peine de retour de son premier voyage dans l'Antarctique, M. J. Charcot songeait déjà à organiser une nouvelle mission pour continuer l'exploration des régions désolées au milieu desquelles il venait de passer plus d'une année. Cette fois le gouvernement, reconnaissant des services rendus à la science et de la gloire apportée à la France, n'hésita pas à donner une somme de 600 000 francs. M. Charcot put ainsi s'occuper activement des préparatifs, aidé qu'il était, en outre, par une souscription organisée à l'aide de plusieurs grands journaux parisiens.

Un nouveau navire fut construit sur le modèle du *Français*, mais plus grand et plus confortable, et pourvu de tous les perfectionnements dont une première expérience avait montré la nécessité.

L'expédition quitta Le Havre au mois d'août 1908 et, en décembre suivant, le *Pourquoi Pas ?* sortait de Punta-Arenas. Quelques jours plus tard, M. Charcot était en vue des Shetland du Sud et s'arrêtait à l'Ile Déception, important rendez-vous de pêcheurs et de baleiniers ; il pouvait terminer là sa provision de charbon. Bientôt il se lançait vers les régions inexplorées de la Terre Alexandre I.

Il n'en revenait que dans les premiers jours de février 1910, après une croisière très mouvementée et après avoir exploré un vaste secteur encore inconnu.

(1) Comptes rendus, 21 mars 1910.

Voici d'ailleurs le résumé de son expédition qu'il a adressé de Punta-Arenas à l'Académie des Sciences.

« En quittant Déception, nous nous sommes rendus à Port-Lockroy où nous avons commencé nos travaux. Pendant ce temps, je partais en vedette avec Godfroy et Gourdon pour Wandel, afin de voir de là les glaces et d'économiser le charbon et le temps. C'est un petit voyage de 40 milles qui a été assez mouvementé, mais dont le résultat final a été satisfaisant. Quelques jours après nous arrivions avec le *Pourquoi Pas?* à Wandel. De suite le temps a été mauvais du nord-est. L'anse était un peu petite pour notre bateau, nous n'avons pas eu le temps d'installer un barrage suffisant, les petites glaces ne sont pas venues nous protéger, et, pendant une semaine, sans pouvoir en sortir, nous avons été en danger, assaillis par d'énormes ice-blocs qu'il a fallu repousser, amarrer, etc., nuit et jour.

» Le 1er janvier, avec Godfroy, Liouville et Gourdon, nous allons en vedette chercher un meilleur abri, et nous trouvons à l'Ile Petermann le port que nous baptisons, à cause de la date, Port Circoncision. Quelques jours après, nous y arrivons avec le *Pourquoi Pas ?* échappés de Wandel sans avarie importante, en nous faufilant à travers les icebergs. Le même jour, je pars avec Godfroy et Gourdon explorer le sud, pour monter surtout à un sommet nous permettant de voir si nous avons des chances de passer avec le *Pourquoi Pas ?* entre les Biscoë et la côte. Nous comptions revenir le jour même et n'avions emporté ni vivres ni rechange de vêtements. Notre mission est facilement remplie ; nous voyons que la côte est bloquée ; mais, quand nous voulons revenir, nous nous trouvons bloqués à notre tour par les glaces. Pendant quatre jours, avec une neige continuelle, nous cherchons à nous dégager ; je passe sur les détails de notre odyssée. Nous risquions de mourir de faim et de froid. Le quatrième jour, alors

que nous partions (nous avions nos sacs sur le dos) pour essayer de gagner à pied par la falaise de glace un cap d'où, à la première éclaircie, on aurait pu voir nos signaux, le *Pourquoi Pas ?* a fait entendre son sifflet dans la brume et les neiges. Habilement et heureusement conduit par Bongrain secondé de Rouch, il est venu nous tirer d'affaire.

» Malheureusement, au retour, le bateau s'est échoué avec une grande brutalité sur un des innombrables récifs à fleur d'eau. L'arrière était dans l'eau à marée basse, il a fallu décharger le bateau. Au bout de trois jours et trois nuits de travail, nous sommes arrivés à le déséchouer, mais nous avons laissé sur le rocher un gros morceau de notre avant, la quille enlevée jusqu'à la râblure. C'est avec le bateau dans cet état que nous avons accompli toute notre expédition.

» De Petermann nous sommes partis vers le sud longeant la côte, complétant la carte du *Français*. Nous avons retrouvé la baie signalée par *Penditon* (baleinier américain), puis découvert au nord de l'Ile Adélaïde une grande baie que nous avons appelée depuis baie Matha. Nous avons fait l'hydrographie de l'Ile Adélaïde, qui a une configuration bizarre et curieuse : au lieu de 8 milles de long, comme on le croyait, elle en a 70 ! Au sud d'Adélaïde, dans une région jamais explorée ni vue, nous avons découvert un grand golfe que nous avons baptisé Baie Marguerite, où, malgré les récifs et les glaces très compactes, nous sommes entrés, nous amarrant à la banquise, près d'une petite île que j'ai appelée l'Ile Jenny (la femme de Bongrain). Là nous nous sommes mis au travail, mais sans mouillage possible, en lutte perpétuelle avec les ice-blocs, risquant d'être broyés par d'énormes icebergs. Nous y avons été en perdition, surtout pendant quatre jours de gros temps. C'est miracle que le bateau ait échappé. Un iceberg a chaviré auprès de nous : seule une manœuvre

rapide nous a sauvés (ceci par beau temps) ; une embarcation a été broyée et rejetée sur la banquise.

» Pendant notre séjour, Bongrain, Gain et Roland ont fait en traîneau une excursion de deux jours, qui a permis de faire l'hydrographie de la côte qui sépare Adélaïde de la Terre Loubet. Au sud de la baie Marguerite, nous sommes en lutte continuelle avec les glaces, les icebergs et les récifs, mais nous découvrons et faisons l'hydrographie de 120 milles de côte inconnue. Après deux essais, nous forçons notre route et atteignons enfin la Terre Alexandre I, dont nous faisons l'hydrographie, et nous allons ensuite relever cette terre d'un autre point. Quand nous l'avions quittée, il ne manquait qu'un petit coin pour l'avoir complètement, nous avons pu le relever l'été suivant ; malgré tous nos efforts, nous n'avons pu hiverner en cet endroit. Cela a été mon plus grand désespoir ; mais il n'y a qu'une falaise de glace, partant pas d'abri, pas de mouillage. Si nous avions voulu hiverner dans la banquise, ce qui eût été désastreux pour les observations, il aurait fallu nous éloigner de terre pour ne pas être broyé ; on ne s'imagine pas ce que sont les icebergs et la banquise de cette région. En vain nous avons cherché dans la baie Marguerite, la baie Matha et ailleurs ; cependant nous nous serions contentés de bien peu. Alors il a fallu se résigner à revenir à Petermann, ce qui nous permettait, avec une bonne installation, de compléter et amplifier les observations du *Français*, augmentant ainsi la valeur de l'une et l'autre expédition. Cette campagne d'été, malgré quelque mauvais temps, a été favorisée par un ciel exceptionnellement clair, de sorte que nous rapportons des photographies, je puis dire de toute la côte, y compris Alexandre I, et que nos observations sont des plus exactes. Partout où nous avons pu, il y a eu des travaux et des débarquements ; enfin de très nombreux sondages et dragages ont été faits

pendant toute la durée de la campagne. La lutte avec les glaces a été très dure, mais le bateau s'est admirablement comporté.

» Notre station d'hivernage a été organisée le plus confortablement possible, les observatoires nombreux étaient éclairés par la lumière électrique amenée du bord. Avec la vedette, en trois jours, j'ai ramené la maison démontable du *Français*, qui a fait un observatoire confortable de plus.

» En automne, en vedette et sur les glaciers, nous avons fait de longues et nombreuses excursions. L'hiver a été doux, mais affreux. En somme, un formidable coup de vent du nord-est, qui a duré neuf mois. Nous n'avons vu le Soleil que cinq jours et la quantité de neige tombée a été formidable. La banquise se disloquait perpétuellement, le passage des icebergs était considérable. Malgré notre abri, les précautions prises, les barrages ont été cassés, les uns après les autres : le bateau a été souvent en danger et notre gouvernail a été broyé. Nous en avons fait un autre avec les moyens du bord, en coupant une vergue.

» Cet hiver pénible a eu son retentissement sur la santé : plusieurs d'entre nous ont été assez gravement atteints de scorbut, l'un d'eux de myocardite. Ce n'est que la viande de phoque qui nous a tirés d'affaire, quand nous avons pu nous en procurer.

» Un raid pour traverser la Terre de Graham a été préparé avec beaucoup de soin ; je devais le commander, mais j'ai été terrassé par le scorbut ; Gourdon m'a remplacé avec Gain, Senouque et les trois matelots Besnard, Aveline et Hervé. Ils ont rapporté de très intéressantes observations, mais sans avoir pu vaincre la vraiment infranchissable muraille à pic de granite et de glace qui part des glaciers et borde la côte partout où nous avons cherché à pénétrer. Nombre d'autres excursions ont été faites.

» Avec beaucoup de mal, fin novembre, nous avons pu dégager le bateau. Les glaces, malgré l'hiver doux, probablement à cause de la neige, étaient en abondance considérable, et les difficultés de la navigation augmentées par le nombre phénoménal des icebergs. Enfin, après de grands efforts, nous avons pu gagner Déception, où nous avons trouvé des baleiniers gênés par les glaces et le mauvais temps. Nous y avons été admirablement reçus, sur le vapeur chilien *Gobernador Bories*, par M. Andresen et sa femme. Avec une grande générosité, ils nous ont aidés dans la mesure de leurs moyens et nous ont fourni, d'après les ordres de la *Sociedad Bellenera Magellanes*, 100 tonnes de charbon. Comme notre bateau fait deux tonnes d'eau par heure, le scaphandrier, qui chercha à renflouer le vapeur *Telefon* qui s'est échoué l'an dernier, a tenu à examiner notre coque ; il n'a pu que constater la gravité de notre avarie de l'avant et quelques avaries de moindre importance. Nous avons rapidement fait quelques installations à terre pour le sismographe, et des dragages en même temps que l'hydrographie. Les naturalistes et le géologue ont pu faire du bon travail. Le temps a été affreux. De Déception j'ai voulu aller à la Terre Joinville chercher des fossiles, mais très vite nous avons été arrêtés par les glaces, et, ne voulant pas risquer de compromettre notre campagne au sud ou de subir dans les mêmes parages le sort de l'*Antarctique*, après une courte lutte, je me suis rabattu sur l'Ile Bridgeman, puis sur Admiralty-Bay et la côte sud des Shetland, où nous avons fait un très bon travail.

» De là nous sommes partis vers le sud. Le temps tout de suite a été mauvais et sombre, les glaces et les icebergs très abondants ; néanmoins nous avons pu dépasser toutes les latitudes atteintes au sud-ouest de la terre Alexandre I et en terminer la carte ; puis nous avons eu la chance de découvrir une suite de terres

nouvelles au sud et à l'ouest de la terre Alexandre I, dans un endroit inattendu, résolvant ainsi un problème important. La banquise nous a empêchés d'y aborder; en une heure nous n'avancions pas de dix mètres ! Nous avons continué notre route en suivant les variations de la banquise et avons retrouvé bien à sa place l'Ile Pierre I qui n'avait pas été revue, depuis que Bellinghausen l'avait découverte. Une tempête nous y a assaillis avec brume ; nous avons eu la chance de pouvoir nous diriger parmi les icebergs. A partir de ce moment, les icebergs sont tellement nombreux que j'évalue à plus de 5000 ceux que nous avons vus en moins d'une semaine. Il faut tout le temps être sous vapeur, et sans cesse une brume épaisse à ne pas voir à 15 mètres devant, alternée avec les coups de vent. Néanmoins nous arrivons jusqu'à 126° de longitude, ayant navigué depuis l'endroit d'où la *Belgica* est sortie des glaces, entre 69° et 71° de latitude, c'est-à-dire bien au sud de Cook ou de Bellinghausen. Notre provision de charbon était épuisée, la santé de plusieurs devenait un peu alarmante ; Godfroy était repris de scorbut. Nous avons donc dû mettre le cap au nord. Pendant longtemps les icebergs ont été nombreux, puis ils ont diminué et enfin nous avons vu le dernier. La traversée de l'Antarctique au cap Pillar a été extrêmement rapide, grâce à une série ininterrompue de grands coups de vent, variant de sud-nord-ouest ; la mer était énorme. En dix jours, nous sommes arrivés à l'entrée du détroit de Magellan, mais nous y avons reçu un formidable coup de vent de nord-nord-ouest accompagné de temps bouché. Sur la côte nous avons quelques heures d'inquiétude. Grâce aux magnifiques qualités du bateau et à sa très bonne machine, aidée de voiles, nous avons pu cependant nous élever au vent et mouiller quelques heures après à la baie Tuesday. L'état de santé des hommes, la nécessité de

faire de l'eau douce pour la chaudière m'ont décidé à séjourner quatre jours dans le détroit. En raison de la mauvaise situation dans la baie Tuesday, nous nous sommes rendus à Puerto-Gallante, où nous avons pu nous procurer de la viande fraîche, quelques légumes et faire de l'eau ; les hommes ont pu se reposer. Nous mouillons à Punta-Arenas, où nous avons été admirablement accueillis, après quatorze mois d'absence. Pendant cette seconde campagne d'été, de nombreux sondages et dragages ont été exécutés.

» Le bateau, à tous points de vue, tant dans les glaces qu'en mer, s'est montré excellent, et nous n'avons pas eu une seule avarie de machine. Pour avoir supporté ce qu'il a supporté, il faut que ce bateau soit d'une solidité remarquable. L'équipage a été parfait. Quant à l'état-major, c'est à son travail incessant que sont dus les résultats de la mission ; le programme scientifique a été scrupuleusement rempli. »

Les expéditions futures. — Nous avons vu pendant plus de soixante ans, les explorateurs polaires délaisser le Pôle Sud pour courir à la conquête du Pôle Nord. Il semble maintenant que le continent antarctique prend sa revanche et qu'il exerce une fascination irrésistible sur nos courageux champions de la science. Depuis une douzaine d'années, dix ou douze navires ont navigué dans ces eaux dangereuses au milieu des montagnes de glaces et des récifs qui à chaque instant menaçaient de les faire sombrer. Et actuellement plusieurs expéditions nouvelles se préparent à aller affronter les mêmes périls.

Un moment le bruit avait couru que Peary après avoir vaincu le Pôle Nord avait l'intention d'aller dompter également le Pôle Sud. Renseignements pris, il renonçait à cette tâche, mais offrait son navire le *Roosevelt* pour cette expédition. Finalement les Amé-

ricains remettent à plus tard, faute d'argent, de continuer les exploits de Wilkes.

Mais en Angleterre, en Écosse, en Allemagne, les préparatifs sont poussés activement.

Excités par le glorieux exploit de Shackleton, les hardis aventuriers ne parlent plus simplement d'atteindre le Pôle, mais bien de traverser complètement le continent antarctique. Le commandant Scott, auquel le Gouvernement assure une somme de 500 000 francs et qui a déjà réuni 775 000 francs sur le million qu'il juge indispensable, a acheté la *Terra Nova*, son ancien vaisseau de secours et l'équipe pour un prompt départ.

Il se propose de quitter Londres dans le milieu de l'année et de gagner la Nouvelle Zélande en passant par le Cap et l'Océanie. De là il gagnera la Terre Victoria et établira la base de ses opérations dans ses anciens quartiers d'hiver du détroit Mc Murdo sur l'île de l'Erebus et du Terror.

En Écosse, le Dr Bruce, le découvreur de la Terre Coats dans la Mer de Weddel, pense quitter l'Europe vers le 1er mai 1911, et atteindre Buenos Aires vers le 20 juin de la même année. Dix jours plus tard, il partira pour la ville du Cap en se tenant constamment entre les 40e et 50e parallèles, mais en faisant une visite au groupe des Sandwich à la latitude 57° S., ainsi qu'à l'Ile Gough. Le but de cette navigation sera de compléter les observations bathymétriques dans l'Océan Atlantique austral commencées par la *Scotia* en 1902-1904. Il est fort probable que le Cap ne serait atteint qu'au commencement de septembre.

De là M. Bruce reviendrait aux Sandwich et gagnerait la Terre de Coats ; il y chercherait un emplacement pour installer une maison, bien que, lors de la dernière expédition, la côte lui eût paru inabordable. Au cas où la chose serait absolument impossible, il irait jusqu'au Cap Ann sur la Terre d'Eaderby.

En tout cas son but serait d'organiser de la Terre de Coats, une expédition en traîneaux qu'il dirigerait lui-même et qui tenterait de traverser le continent antarctique en passant par le Pôle Sud et d'atteindre la Mer de Ross.

Pendant ce temps le navire, après avoir laissé dans les campements d'hiver un groupe de dix ou douze personnes, irait hiverner à Melbourne en ayant soin de faire sur tout le parcours des sondages et des dragages en eau profonde.

Au printemps suivant le bateau quitterait Melbourne, se dirigerait vers le détroit de Mc Murdo, pour recueillir le groupe qui devait traverser le continent ou du moins envoyer à sa rencontre un détachement en traîneau avec une provision de vivres. Les deux groupes se rencontreraient près du glacier Beardmore, du moins c'est là l'espérance du Dr Bruce, ils reviendraient ensemble vers le navire qui les conduirait ensuite en Nouvelle Zélande. L'on continuerait le travail océanographique à une latitude aussi élevée que possible jusqu'aux Iles Falklands, et au printemps suivant on irait recueillir le personnel qui aurait pris terre deux ans auparavant sur la Terre de Coast et qui pendant ce temps aurait exploré la côte à l'est et à l'ouest du lieu d'hivernage et aurait fait des observations magnétiques, météorologiques et autres.

Le Dr Bruce estime que son expédition coûtera environ un million 250 mille francs, et il espère fermement que les Écossais auront assez de patriotisme et d'enthousiasme pour lui donner les moyens de la conduire à bonne fin.

La troisième expédition, organisée en Allemagne par le lieutenant Wilhelm Filchner, à qui de récentes explorations au Tibet et dans le plateau de Pamir ont acquis une juste réputation, prendrait également pour base de ses opérations la Terre de Coats. Des rives de la

Mer de Weddel, les explorateurs se dirigeront en droite ligne vers le sud et essaieront non seulement d'atteindre le Pôle austral, mais de traverser de bout en bout tout le continent antarctique.

Une expédition accessoire, comprenant un deuxième navire, visitera la Terre Victoria, y établira des dépôts de vivres et recueillera les premiers explorateurs pour les ramener en Europe, s'ils ont réussi à traverser toutes les terres antarctiques en passant par le Pôle. Le point de départ du premier bâtiment sera probablement les Iles Orkneys, tandis que le second partira de la Nouvelle Zélande.

La distance qui sépare la Terre de Coats du Pôle Sud est d'environ 1800 kilomètres à vol d'oiseau ; elle est donc supérieure de 500 kilomètres à celle qui la sépare de la Terre Victoria ou de la Terre du Roi Édouard.

Le lieutenant Filchner estime à 2 500 000 francs les frais de sa double expédition qui a l'appui moral de l'Empereur Guillaume et du Prince régent de Bavière. Il a déjà réuni un grand nombre de souscriptions, dont une, celle d'un anonyme, membre de la Société de géographie de Berlin s'élève, à elle seule, à 375 000 fr.

L'explorateur pense partir en octobre prochain, date à laquelle il aura terminé la relation de son voyage au Tibet et se trouver l'été suivant dans la Mer de Weddel. Il a déjà engagé des pourparlers en vue de l'acquisition des deux navires nécessaires. Ce sont deux bateaux servant à la pêche aux phoques, l'un de 550, l'autre de 250 tonnes.

La nouvelle que le lieutenant Filchner adopte pour son expédition le plan même du Dr Bruce avec pour base d'opération la Terre de Coats, a causé un certain étonnement dans les milieux anglais.

Mais le lieutenant Filchner a tenu à dissiper tout malentendu. Son but principal n'est pas de conquérir le Pôle lui-même, mais d'explorer la région qui sépare

la Mer de Weddel de la Mer Ross. Il donne comme preuve de ses bonnes intentions et de son désintéressement à ce sujet la date éloignée de son départ d'Europe. Si l'on songe que pratiquement il n'a pas encore commencé ses préparatifs, on conçoit qu'il n'ait guère la perspective de se mettre sur les rangs des conquérants immédiats du Pôle Sud. Rappelons d'ailleurs que les trois organisateurs allemands, écossais et anglais sont en très bonne relation et tout disposés à se porter secours quand l'occasion s'en présentera.

En terminant ce long exposé historique, nous ne pouvons que souhaiter bonne chance à ces hommes intrépides qui, pour faire avancer la science et procurer un peu de gloire à leurs pays, n'hésitent pas à se lancer dans l'inconnu et à éprouver des fatigues énormes. Pour que cet article fût complet il serait nécessaire de dire l'utilité de toutes ces expéditions au point de vue scientifique. Qui sait si même plus tard on n'arrivera pas à en tirer parti au point de vue industriel ? La presqu'île de l'Alaska dont le climat est si rigoureux est maintenant habitée par une population très florissante, on y trouve des villes prospères organisées avec tout le confort moderne. Le Spitzberg lui-même n'est-il pas habité tout le long de l'année, fournissant un charbon excellent à des contrées plus méridionales ?

Rappelons ce que disait Cook il y a plus d'un siècle et quart : « Le danger qu'on court à reconnaître une côte dans ces parages est si grand que, j'ose le dire, personne ne se hasardera à aller plus loin que moi et ainsi les terres qui peuvent être plus au sud ne seront jamais reconnues. »

Or, malgré la prédiction du grand navigateur, ces terres ont été reconnues, des hommes y ont passé des hivers entiers et même des années sans plus souffrir du climat qu'on souffre dans plusieurs autres régions

déshéritées de notre globe. Ils ont fait des excursions de plusieurs mois sur ce sol glacé, franchissant des centaines de kilomètres. Ils ont découvert à fleur de terre des traces de charbon. La rapidité de leur course ne leur a pas permis de faire une étude assez détaillée pour reconnaître s'il n'existe pas des gisements de minerais.

Mais quand le premier engouement sera passé, quand les explorateurs, au lieu de vouloir simplement gagner un record, visiteront le pays tranquillement, sagement oserons-nous dire, alors les profits au point de vue scientifique et peut-être industriel seront certainement considérables. D'ici là, il est nécessaire que nous ayons du continent antarctique une connaissance plus sûre que celle que nous pouvons en avoir actuellement, et c'est à quoi vont travailler activement de hardis explorateurs, prêts à affronter les dangers qui causaient tant d'horreur à des marins aussi énergiques que Cook et ses compagnons.

Abbé Th. Moreux,
Directeur de l'Observatoire de Bourges.

LE

MONISME PSYCHOBIOLOGIQUE [1]

Emmanuel Fichte faisait preuve de clairvoyance, lorsque, dans sa lettre à Zeller, il écrivait, il y a une trentaine d'années, que le point culminant de la grande bataille qui se livrait alors dans tous les domaines du savoir était dans cette alternative : Qui a raison des *mécanicistes athées* ou des *théistes finalistes* (2) ?

Si l'on avait fait à cette époque le recensement des forces en présence, le parti du mécanicisme aurait eu pour lui, dans les milieux scientifiques, une forte majorité. Presque tous les biologistes étaient de ce côté.

C'était le moment où la doctrine darwinienne, patronnée en Allemagne par Haeckel, suscitait de si fanatiques enthousiasmes. Le déterminisme matérialiste voyait de beaux jours.

(1) Conférence faite à l'Assemblée générale de la Société scientifique de Bruxelles, le 5 avril 1910.

(2) « Alle Particulargegensätze sind heute untergegangen, gleichsam verschlungen von dem Grundgegensatze der mechanistischen Weltansicht und der teleologischen ; oder kürzer und verständlicher : von Theismus und Atheismus. Der grosse Kulturkampf, welchen die Gegenwart durch alle Verzweigungen ihrer wissenschaftlichen Bildung durchzustreiten hat, gipfelt definitif in jener höchsten oder letzten Alternative, ob in der physischen wie in der moralischen Welt lediglich die blinde Nothwendigkeit eines zwingenden *Naturgesetzes* walte, also was man als *zwecklosen Zufall* zu charakterisiren das Recht hat — oder ob im Gegentheil das sichtbare Universum wie die innere Welt des bewussten Geistes nach ihrer gesammten Thatsächlichkeit in letzter Instanz allein erklärbar und begreiflich werde durch die Annahme eines (irgendwie zu denkenden) absolut intelligenten Princips (*Fragen und Bedenken, Sendschreiben an Zeller*, Leipzig, 1876). »

Plus n'était besoin, à en croire les tenants de la science positive, de recourir à une âme pour expliquer la vie. L'être vivant n'est, disaient-ils, qu'une machine très compliquée ; il n'y a rien en lui qui ne soit du ressort de la physique et de la chimie.

Les réalités psychiques étaient traitées comme des qualités négligeables, des épiphénomènes, comme on les appelait, incapables d'agir efficacement dans le déterminisme causal qui entraîne le monde.

On pensait tenir la formule magique qui résolvait d'une manière définitive le problème de l'évolution : la sélection naturelle dans la lutte pour la vie devait rendre compte de tout.

L'homme tout entier descendait de l'animal, c'était chose entendue. Et donc, la spiritualité de l'âme, la liberté, la vie future, tout comme la création de l'homme par Dieu, étaient rangées parmi les légendes mythologiques. La science matérialiste n'avait pas assez de mépris pour les arriérés qui s'attardaient encore à admettre de pareilles niaisieries !

Tout allant dans le monde comme si Dieu n'existait pas, disait-elle, passons-nous de Dieu : la nature se suffit à elle-même. Donc aucun dualisme, ni dualisme d'esprit et de matière, ni dualisme de créateur et de créature, mais le monisme complet admettant une seule et même réalité dans tout l'Univers : la Matière.

Les choses, on le sait, n'ont pas marché dans la suite au gré des matérialistes (1).

Bon nombre de biologistes, étudiant sans parti pris les phénomènes vitaux, se sont convaincus de la faus-

(1) Quelques-unes des phases de la réaction antimécaniciste et antidarwinienne ont été signalées dans les articles précédemment publiés dans cette même REVUE (janvier et avril 1910) : *Un demi-siècle de Darwinisme*, et dans le *Bulletin de Philosophie biologique* des ÉTUDES du 20 janvier 1910 : *La Constitution de l'être vivant*.

seté du mécanicisme et ils ont affirmé, preuves en main, que sans recourir à l'ancien principe vital — quelque nom d'ailleurs qu'on lui donne : âme, dominante, entéléchie — on ne se tire pas des problèmes les plus élémentaires que nous posent la physiologie et l'embryogénie.

De quel droit, ont dit de leur côté les psychologues, négligerait-on les réalités psychiques? Les phénomènes de conscience ne sont-ils pas du « donné » au même titre que les phénomènes matériels ? N'est-il pas évident que le psychisme a ses lois et que ses lois ne sont pas celles de la physique ?

La sélection naturelle, ont ajouté beaucoup d'évolutionnistes convaincus, est absolument incapable de rendre compte de l'origine des espèces. Sans des tendances internes agissant avec finalité, on n'explique pas l'évolution.

Bref, partout où la critique opérait un sondage, l'édifice du matérialisme se montrait irrémédiablement ruineux.

On peut dès maintenant prévoir le jour où le triomphe du finalisme sur l'antifinalisme sera complet.

Peut-on ajouter : cette victoire sera aussi celle du théisme sur l'athéisme, du dualisme sur le monisme ? Malheureusement non ! Le matérialisme peut s'effondrer, le monisme restera debout. Il y a en effet plusieurs manières d'être moniste. *A priori*, on peut en prévoir au moins trois.

Admettez que l'unique réalité cosmique est matière, vous serez *moniste matérialiste*. Admettez qu'elle est esprit, vous serez *moniste psychiste*. Dans le premier cas, vous sacrifiez l'esprit à la matière, et, dans le second, la matière à l'esprit. Essayez de conserver à la fois et la matière et l'esprit, tout en demeurant moniste ; il vous reste une troisième solution qui consiste à identifier les deux contraires et à soutenir que tout dans le

monde est à la fois et matière et esprit, vous serez *hylopsychomoniste*.

Cette troisième forme de monisme est celle qu'adoptent presque tous les psychobiologistes.

Ceux-ci nous intéressent d'une manière spéciale, nous biologistes spiritualistes. Ce sont nos adversaires de demain : c'est en effet vers eux que s'orienteront les matérialistes d'hier qui, débusqués d'une position devenue intenable, chercheront pour abriter leur monisme un nouveau refuge.

Le mot de Fichte, cité plus haut, n'est donc à l'heure présente exact qu'à moitié. S'il fallait caractériser la situation actuelle, on devrait dire : athées et théistes restent toujours aux prises, mais les uns et les autres seront bientôt tous finalistes. La grande question sera de savoir si la finalité qui se manifeste dans le monde a sa raison adéquate *dans cet univers lui-même* — c'est ce que soutiennent les athées et les panthéistes — ou s'il faut en chercher la raison dernière *dans une intelligence extramondiale*, celle d'un Dieu personnel — c'est la thèse de la philosophie théiste.

Deux conceptions du monde entièrement opposées sont donc aux prises pour interpréter les mêmes phénomènes naturels, et c'est dans les divergences profondes de deux philosophies qu'il faut aller chercher l'ultime raison des dissentiments qui séparent dans les laboratoires les hommes de science.

Puisque les psychobiologistes se donnent à nous comme *philosophes monistes*, il convenait de rechercher d'abord la caractéristique de leur monisme : avant d'étudier plus en détail leurs théories scientifiques, signalons quelques-uns de leurs précurseurs.

I. — LES PRÉCURSEURS DE LA PSYCHOBIOLOGIE

Il faudrait remonter bien haut dans l'histoire de la pensée humaine pour trouver les premières traces de cette doctrine hardie qui n'hésite pas à identifier la matière et l'esprit. On cite les noms de Thalès de Milet, ceux de quelques autres philosophes grecs de l'école des Stoïciens qui admettaient une sorte de vie et de pensée universelle. Giordano Bruno, Telesius et Campanella répétaient déjà d'anciennes erreurs quand, à la fin du moyen âge, ils attribuaient aux plantes des connaissances sensibles. Tant il est vrai qu'il est malaisé — même en se trompant — d'innover en philosophie !

Mais omettons cette préhistoire pour en venir tout de suite aux précurseurs modernes des psychobiologues actuels.

Le premier et le plus célèbre de tous est Gustave-Théodore Fechner.

L'ouvrage dans lequel il nous a légué son système porte le titre symbolique de *Nanna* (1). Nanna est dans la mythologie allemande ce que Flora était chez les latins, la déesse des fleurs.

Voici, dépouillée de la grâce vraiment séduisante que lui donne un style charmant, la thèse de l'illustre physiologiste.

Les plantes, dit-il, ont une âme, aussi bien que les animaux et que l'homme. Aristote s'est trompé en leur refusant la connaissance sensible, car elles ont de véritables sensations, sensations probablement très vagues, mais d'une grande intensité peut-être. Le végétal, en effet, ressent dans tout son être la bienfaisante chaleur et la gaie lumière du soleil, la fraîcheur de la rosée et

(1) *Nanna oder das Leben der Pflanzen*, 1848.

celle de l'humus dans lequel plongent ses racines. Il frissonne tout entier aux caresses de la brise. Il est baigné dans une atmosphère saturée de parfums, et les parfums sont le langage des fleurs.

Fechner voudrait que l'on élevât les enfants dans cette mentalité et, comme on leur enseigne à ne pas faire souffrir inutilement les animaux, qu'on leur apprît de bonne heure à respecter les plantes. Pourquoi, sans utilité, couper avant qu'elle ne soit flétrie une fleur qui ne demande qu'à vivre ?... Et le poète-philosophe s'apitoie sur le sort malheureux du foin et du blé, fauché par la mort... sans métaphore, cette fois-ci.

On comprend que Fechner ait senti le besoin de donner à son livre un titre mythologique. En le lisant, on se demande souvent où s'arrête la science pour céder la place à la fiction.

Mais, en traçant de ce système une esquisse aussi sommaire, je ne voudrais pas faire seulement la caricature d'une œuvre qui, malgré d'étranges exagérations, porte la marque d'un grand penseur. Je ne puis discuter en détail les arguments de Fechner ; aussi bien diffèrent-ils à peine de ceux que nous rencontrerons tout à l'heure sous la plume des plus récents psychobiologistes.

L'auteur de la *Philosophie de l'Inconscient*, von Hartmann, consacre un intéressant chapitre de son grand ouvrage à la sensibilité végétale. Il accorde une âme aux plantes et distingue chez elles des phénomènes inconscients et des phénomènes conscients. Dans le domaine de l'inconscient, il place l'activité organogénique qui travaille à réaliser, par un fonctionnement harmonique de toutes les parties, le type spécifique, qui dirige la régénération, les mouvements réflexes, les mouvements instinctifs tels que les divers tropismes, tactismes, etc. Mais, en plus de ce psychisme incon-

scient, il semble bien y avoir chez les plantes, pense Hartmann, un psychisme conscient : « Nous croyons, dit-il, que l'oscillaire quand elle se dirige vers la partie éclairée du vase qui la contient est aussi sensible à la lumière qu'un polype, que la feuille de vigne sent la lumière vers laquelle elle s'efforce de diriger sa face supérieure, que chaque fleur sent la lumière vers laquelle en s'ouvrant elle tourne la tête. » La feuille de *Dionæa* et de *Mimosa pudica* sent le contact des insectes, avant de réagir contre cette sensation en se repliant, car il est de l'essence de toute action réflexe, comme de toute réaction psychique, qu'une perception la précède, et cette dernière est précisément la sensation consciente (1).

A côté de Fechner et de Hartmann, il faudrait ranger encore parmi les précurseurs des psychobiologistes quelques autres physiologistes modernes. Parmi les plus notables on compte Frederico Delpino, savant trop oublié jusqu'à présent, au dire de Francé, mais à qui ses *Pensieri sulla biologia vegetale* attireront, paraît-il, beaucoup de gloire dans l'avenir (2). Un autre biologiste italien, Vignoli, et un anglais, Samuel Buttler, se sont, eux aussi, ralliés aux idées des Fechner (3).

Avec von Kerner, qui donnait en 1891 son traité *Pflanzenleben* (4), nous touchons presque aux psychobiologistes contemporains.

(1) Éd. von Hartmann, *Philosophie de l'Inconscient*, 3me partie, Art. IV.

(2) Fr. Delpino, *Il materialismo nella scienza*, Genève, 1881. — *Pensieri sulla biologia vegetale*, Pise, 1887.

(3) T. Vignoli, *Ueber das Fundamentalgesetz der Intelligenz im Tierreiche*, Leipzig, 1879. — S. Buttler, *Life and habit*, Londres, 1878.

(4) A. von Kerner, *Pflanzenleben*, Leipzig, 1891.

II. — EXPOSÉ ET CRITIQUE DES THÉORIES PSYCHOBIOLOGIQUES

La littérature psychobiologique commence à être trop abondante pour être embrassée dans tout son ensemble. Pour connaître les grandes lignes de la théorie on peut se contenter de l'étude des idées de Francé, telles qu'il les a résumées lui-même dans un récent ouvrage qui a pour titre : *La psychologie végétale comme hypothèse de travail en physiologie*. Au besoin nous demanderons un supplément d'information à ses autres écrits, notamment à son grand *Traité sur la vie des plantes* et aux ouvrages par lesquels Pauly et Wagner, entre autres, ont beaucoup contribué à la diffusion de la nouvelle doctrine (1).

Francé estime à une centaine le nombre des biologistes qui sont, à l'heure actuelle, gagnés à ses idées. Le chiffre est certainement trop fort, si l'auteur veut parler de spécialistes ayant déjà donné des publications scientifiques. Mais il est bien possible qu'il ait reçu d'une manière privée ce nombre d'adhésions.

Un grand principe domine tout le monisme psychobiologique, le principe de continuité (2).

(1) R. H. Francé, *Das Leben der Pflanze*, B. I-III, Stuttgart, 1905-1908 ; *Grundriss einer Pflanzenpsychologie* (ZEITSCHRIFT FÜR DEN AUSBAU DER ENTWICKLUNGSLEHRE, 1907). — *Zur Kritik der Pflanzenpsychologie* (*Ibid.*, 1907). — *Der heutige Stand der Darwinschen Fragen*, Leipzig, 1907. — *Pflanzenpsychologie als Arbeitshypothese der Pflanzenphysiologie*, Stuttgart, 1909.

A. Pauly, *Darwinismus und Lamarckismus*, München, 1905. — *Die Anwendung des Zweckbegriffs auf die organischen Körper* (ZEITSCHR. F. D. A. D. E., 1907).

A. Wagner, *Der neue Kurs in der Biologie*, Stuttgart, 1907. — *Geschichte des Lamarckismus*, Stuttgart, 1909.

(2) « Unsere Arbeitshypothese, écrit Francé, beruht vor allem auf dem Kontinuitätsargument. Sie steht und fällt mit der Entwicklungslehre. Die Pflanze stammt von denselben Urwesen ab, aus denen sich auch der Mensch entwickelt hat (*Pflanzenpsychologie als Arbeitshypothese*, p. 23). »

Le monde constitue l'unique réalité et dans cette unique réalité toutes les modalités de l'être sont reliées entre elles. Il y a continuité entre la matière inorganique et la matière vivante, entre la plante et l'animal, entre l'animal et l'homme. Ce qui revient à dire que les propriétés qui caractérisent l'homme, par exemple, se retrouvent toutes à des degrés divers dans les autres êtres. L'homme est, en effet, le produit de l'évolution. L'intelligence n'est pas son apanage exclusif, elle se retrouve non seulement chez l'animal, mais d'une certaine manière chez tout vivant. La matière inorganique elle-même n'est pas dépourvue de propriétés psychiques plus ou moins obscures.

Tout vivant a une âme, mais une âme qui n'est point réellement distincte de la matière qui compose son corps. Cela est vrai des plantes, des animaux et de l'homme (1). Le jour où l'organisme tombe en ruine et se désagrège, le psychisme individuel s'évanouit. Consolons-nous de n'être pas immortels comme individus, nous le sommes comme faisant partie du grand tout cosmique qui, lui, durera éternellement. Lorsque depuis bien longtemps notre petit moi, comme une

(1) Eisler a très nettement interprété d'après la théorie du parallélisme psychophysique les doctrines des psychobiologistes. Voici comment il s'exprime : « Der ausseren, körperlichen Organisation, *entspricht* die innere, seeliche Organisation, erstere ist die *Erscheinung*, *der Ausdruck*, die Objektivation der letzteren diese das *An sich*, das Innensein jener, so aber dass beide nur aus der einheitlichen Gesammterfahrung, in der sie untrennbar sind, herausgehoben sind. Diese und das beiden Betrachtungsweisen gemeinsame (Entwicklung, Differenzierung, Intensität und andere Eingenschaften) ist das *Identische* der beiden Daseinswesen. Seele und Leib sind demnach nicht zwei trennbare Dinge, nicht zwei Substanzen, aber es ist auch nicht die Seele mit dem Korper, dieser mit der Seele identisch, sondern je nach der Betrachtungsweise ist dasselbe wirkliche der Organismus, durchweg *Seele* oder durchweg *Körper*. Und weil dem so ist, weil Psychisches und Physiches Korrelate sind, die sich auf dasselbe Wesen beziehen, besteht zwischen ihnen volkommene *Harmonie*, entspricht jedem psychischen ein physiches (physiologisches) Geschehen und umgekehrt, ohne dass eine Wechselwirkung zwischen ihnen zu bestehen braucht (*Das Wirken der Seele*, Z. F. D. A. D. E., 1908, p. 202). »

lueur d'un instant se sera éteint, ce qui aura été nous, les atomes de notre corps avec leur psychisme immanent évolueront vers d'autres destinées dans l'indéfinie transformation du monde.

Telle est, dans ses grandes lignes, la doctrine de nos auteurs. J'y étudierai uniquement trois problèmes d'ordre biologique qui me paraissent fondamentaux, et je dirai comment les psychobiologistes contemporains comprennent le vitalisme, la sensibilité végétale, l'intelligence organique.

A) *Le problème du vitalisme*

La première question à laquelle doit répondre la philosophie biologique est celle de la constitution de la substance vivante. Cette question peut être posée sous plusieurs formes. On peut demander si, à ne considérer que les phénomènes de la vie végétative, l'être vivant est autre chose qu'un agrégat de substances chimiques extrêmement complexes fonctionnant d'après les seules lois de la physique et de la chimie. A la question ainsi posée, les psychobiologistes répondent affirmativement. *Ils sont donc antimécanicistes.*

Pour quels motifs ? — Nous constatons, disent-ils, dans tout être vivant un mode d'action, qui ne se retrouve à aucun degré dans une machine quelque perfectionnée qu'on la suppose.

Ce mode d'action que l'on peut appeler *autotéléologique* consiste en ce que l'être vivant renferme en lui-même un principe d'action *tendant à une fin qui n'est autre que le vivant lui-même.*

Une machine, elle, travaille bien de manière à atteindre un but, mais une machine ne travaille pas avec autotéléologie, premièrement parce qu'il n'y a pas en elle *un* principe d'action qui tende *de lui-même* à

atteindre un but, secondement parce que le but pour lequel elle travaille lui est extérieur.

L'être vivant manifeste une tout autre activité.

Entre plusieurs voies, qui seraient toutes également possibles du seul point de vue de la physique et de la chimie, il s'engage dans celle qui convient au but qu'il poursuit. La racine d'une plante qui a besoin d'eau se dirigera du côté où il y a de l'eau à absorber; elle contournera un obstacle pour y arriver; si un de ses organes absorbants est détérioré, d'elle-même elle en refera un ; elle n'absorbe pas n'importe quelle quantité d'eau, mais celle dont la plante a besoin au moment considéré ; il y a donc un perpétuel réglage *venant de l'organisme lui-même* et adaptation *active* de l'organisme aux circonstances indéfiniment variées dans lesquelles il se trouve. De plus, l'être vivant travaille *pour lui-même :* c'est lui qu'il nourrit, lui qu'il développe, lui qu'il régénère. Il est donc le terme vers lequel tend son action.

Rien de pareil dans une machine.

C'est justice simplement de reconnaître que les psychobiologistes — Francé, en particulier — ont parfaitement compris le caractère distinctif de la vie. Ils ont bien vu qu'il ne suffit pas pour réfuter le mécanicisme de prouver l'existence dans l'être vivant d'une tendance quelconque vers la finalité. Il faut démontrer que la finalité propre à l'être vivant est autre que celle d'une machine.

Cette démonstration est faite par eux avec un luxe d'exemples biologiques merveilleusement choisis, et il semble difficile qu'un mécaniciste de bonne foi achève la lecture d'un ouvrage comme *Das Leben der Pflanze* sans être guéri pour toujours de son erreur.

Je tiens pourtant à faire remarquer en passant que les arguments des psychobiologistes ne sont pas, comme ils auraient quelquefois l'air de le croire, des nouveautés.

Remplacez le mot d'*autotéléologie* par ceux de *finalité immanente*, ou par ceux plus anciens encore de *actio ab intrinseco et ad intrinsecum* et vous vous trouverez, si vous êtes familiarisé avec le langage de l'École, en face de très vieilles connaissances.

A chacun son dû ! Ce n'est pas un mince mérite quelquefois de découvrir à nouveau des vérités oubliées ; la simple équité littéraire exige que l'on signale ses devanciers.

Mais un point est acquis. Les psychobiologistes sont antimécanicistes et jusqu'ici nous sommes pleinement d'accord avec eux.

Sont-ils pour cela *vitalistes* comme nous ? Nullement. Pour s'en convaincre, il suffit de poser le problème de la constitution de l'être vivant sous une nouvelle forme.

Dans tout être vivant, demanderons-nous maintenant, y a-t-il une âme, c'est-à-dire, un principe substantiel, réellement distinct de la matière inorganique ?

Nous, vitalistes animistes, nous répondons oui. Cette fois, mécanicistes et psychobiologistes sont contre nous.

Les psychobiologistes n'admettent qu'une seule et même réalité qui est à la fois matière et âme. Je vais essayer de montrer qu'ils sont en cela inconséquents et que cette manière de comprendre le vitalisme devrait *logiquement* les ramener au mécanicisme.

En bonne philosophie, là où nous trouvons des actions essentiellement différentes, nous devons admettre des principes d'action essentiellement différents. Il est prouvé — et les psychobiologistes l'admettent avec nous — qu'il y a dans le vivant des actions essentiellement différentes de celles de la matière brute. Nous en concluons qu'il existe dans tout être vivant un principe d'action essentiellement *distinct* de la matière brute, et ce principe nous l'appelons l'âme.

Les psychobiologistes qui ont admis les prémisses du raisonnement, mis en face de la conclusion, se dérobent.

Je crois bien ! Elle les conduirait au dualisme d'*âme* et de *corps* et, par voie de conséquence, elle rendrait impossible la génération spontanée et donc nécessaire... la création.

Ils soutiennent donc simultanément ces deux propositions que je ne puis pas arriver à mettre d'accord :

1° L'action de l'être vivant est essentiellement différente de celle de la matière brute. 2° Il n'y a pas dans l'être vivant d'âme substantielle distincte de la matière.

Comment les psychobiologistes se tirent-ils de ce mauvais pas ? Quand ils le peuvent, ils esquivent la difficulté. Mais, si elle leur était posée comme je viens de le faire, voici, j'imagine, ce qu'ils répondraient :

La matière brute, diraient-ils, n'a pas seulement des propriétés physiques et chimiques, elle possède aussi des propriétés *psychiques* élémentaires ; mais dans les êtres inorganiques ces propriétés sont latentes, elles ne se manifestent pas à nous. Seule la matière organisée manifeste cette activité d'ordre psychique, irréductible au point de vue des lois qu'elle suit, à l'activité physico-chimique.

Examinons d'un peu plus près cette solution. Nos adversaires attribuent donc à la matière inorganique des propriétés qui ne se manifestent nullement chez elle et cela pour une seule raison, à savoir qu'ils ont besoin de cette hypothèse pour éviter la solution animiste et sauver le monisme !...

Nous pourrions nous en tenir là et les arrêter en leur faisant observer qu'*à priori* le monisme n'est pas plus vrai que le dualisme et que c'est faire un cercle vicieux que de se donner comme prouvé ce qui, précisément, est en question. Mais on peut aller plus loin et montrer qu'avec leur théorie moniste relative à la constitution de l'être vivant, les psychobiologistes sont

incapables de rendre compte d'un fait primordial, à savoir de l'*unité* même de fonctionnement dans l'organisme.

Prenons un être pluricellulaire, végétal ou animal, peu importe : c'est un fait d'expérience, cet être est un individu, il fonctionne comme un tout, il n'est pas uniquement un assemblage quelconque de parties hétérogènes.

Comment les psychobiologistes pourraient-ils expliquer pareille unité puisque, d'après eux, cet être vivant est constitué uniquement par des milliers de cellules qui ne reçoivent *aucune direction d'ensemble ?* Quand bien même ils pourraient tant bien que mal rendre compte de l'unité de fonctionnement à l'intérieur de chaque élément cellulaire, ils ne sauraient dire pourquoi tous ces éléments concourent à une même fin, au bien de l'individu et à la conservation de l'espèce.

Mais ils ne peuvent même pas se tirer de la difficulté que nous leur posons lorsqu'il s'agit d'expliquer l'unité de fonctionnement dans chaque cellule. Si, en effet, celle-ci est constituée uniquement de substances chimiques, il ne sert de rien de nous dire que chacun des atomes présents a des propriétés psychiques, il faudrait nous montrer comment ces atomes unissent leurs propriétés psychiques de manière à donner un fonctionnement cellulaire doué d'unité. Il est évident que les psychobiologistes sont dans l'impossibilité absolue de nous répondre.

Toute unité d'action dans un tout composé de plusieurs parties suppose un principe d'unification et ce principe doit être présent dans l'être vivant lui-même puisque, à chaque instant, son intervention est nécessaire.

On le voit, la manière dont les psychobiologistes entendent le vitalisme devrait les ramener au pur et simple mécanicisme.

Je trouve, d'ailleurs, une preuve de cette étroite parenté entre leur doctrine et le matérialisme qu'ils prétendent combattre dans une amusante constatation. Ils comptent M. Le Dantec comme gagné à leur cause ; or, s'il est un fait notoire, souvent affirmé par M. Le Dantec lui-même, c'est qu'il est aussi matérialiste qu'il est possible de l'être.

Pour achever la critique du vitalisme psychobiologique, il faudrait parler de la manière toute spéciale dont les partisans de cette théorie expliquent la finalité dans l'être vivant. Nous ne pourrons le faire qu'après avoir exposé ce qu'ils entendent par « l'intelligence organique ». Mais auparavant examinons leur thèse sur la sensibilité chez les plantes.

B) *La sensibilité végétale*

La première raison pour laquelle les psychobiologistes attribuent aux plantes une véritable sensibilité est tirée du principe de continuité. L'homme et l'animal ont de véritables sensations, le fait est hors de doute. Or, ils dérivent par évolution de protoorganismes tout à fait rudimentaires. Si la sensibilité n'était pas une propriété générale de tout protoplasme, il y aurait eu tout d'un coup apparition de la sensibilité dans un des termes de l'évolution. Cette transformation brusque aurait été contraire à la loi qui veut que tout changement ait été préparé et progressivement amené. Le protoplasme végétal doit donc, aussi bien que le protoplasme animal, posséder la sensibilité parmi ses propriétés essentielles (1).

(1) « Jene, die ein psychisches in der Zelle und Pflanze leugnen, müssen deshalb verlegen schweigen, wenn man sie fragt, wie denn bei Annahme der Gültigkeit der Entwicklungslehre ein Psychisches in den Menschen hineingekommen sei (Francé, *Pflanzenpsychologie*, p. 12). »

Je n'insiste pas sur le caractère arbitraire de cette première preuve qui suppose gratuitement la vérité de l'évolutionnisme intégral, postulat du monisme. Je passe à des arguments un peu moins fragiles, ceux qui sont tirés de l'expérience scientifique.

Pourquoi, demandent les psychobiologistes, refuser la sensibilité aux plantes alors qu'elles la réclament aux mêmes titres que les animaux ?

Il nous est impossible de pénétrer dans la conscience de ces derniers et nous affirmons pourtant, sans hésiter, qu'ils ont tout comme nous des sensations, parce que nous découvrons chez eux des organes des sens et des mouvements spontanés comparables aux nôtres. Or, c'est une erreur de croire que les plantes n'ont ni organes des sens, ni mouvements spontanés. L'analogie entre notre sensibilité et la leur peut être lointaine, elle est réelle.

Si les faits donnaient raison aux psychobiologistes, il n'y aurait qu'à s'incliner ; leur conclusion est rigoureusement déduite.

Mais que faut-il penser d'abord des « organes des sens » chez les végétaux ?

Je devrais parler ici avec quelque détail des belles recherches de quelques botanistes contemporains, du Professeur Haberlandt en particulier, mais je ne pourrais le faire qu'en dépassant de beaucoup le cadre de ce travail (1). Force m'est donc de me restreindre et

(1) Parmi les principales publications de l'éminent biologiste de Graz, je signalerai seulement les suivantes : *Sinnesorgane im Pflanzenreich zur Perception mechanischer Reize*. IIe Aufl., 1906 ; *Physiologische Pflanzenanatomie*. IVe Aufl., 1909. Dans ce dernier ouvrage (p. 569), Haberlandt proteste contre l'interprétation, donnée par les psychobiologistes, des faits qu'il a découverts. Avec une prudente réserve, il traite la question de la sensibilité chez les plantes uniquement du point de vue *physiologique*, sans se préoccuper de savoir si aux réactions des appareils récepteurs correspondent ou non des processus à proprement parler *psychologiques*.

d'énoncer simplement dans leurs grandes lignes les conclusions auxquelles sont arrivés ces savants. Elles se ramènent essentiellement à ce fait : il est actuellement démontré qu'il existe chez les plantes *des appareils spéciaux différenciés en vue de la réception physiologique des diverses excitations venues de l'extérieur*.

En voici un exemple.

Tout le monde a entendu parler de cette curieuse plante américaine, le *Dionæa muscipula*, dont les feuilles se terminent par deux lobes poilus, susceptibles de se replier l'un sur l'autre, comme les deux moitiés d'un piège à charnière. Qu'un insecte vienne à se poser sur un de ces appendices, l'appareil se ferme assez rapidement pour que le malencontreux visiteur soit retenu prisonnier. La feuille a été sensible à l'irritation mécanique produite par le contact et a réagi par un mouvement adapté.

L'aptitude à l'excitation, bien qu'elle soit répandue un peu sur toute la surface du lobe, n'atteint toute son acuité qu'à la base d'un certain nombre de poils raides implantés en des points déterminés, dont l'ébranlement est seul efficace pour déterminer le déclenchement du piège.

Ces poils toutefois ne sont pas « sensibles » dans toute leur longueur : on peut, avec des précautions, les couper sans amener de réaction, mais celle-ci se produit immanquablement si on les infléchit sur leur base d'implantation. Or, l'étude des coupes a montré à Haberlandt qu'il y a là des cellules très spéciales, dont l'ensemble est considéré par lui, avec beaucoup de vraisemblance, comme un organe récepteur de l'excitation ou tango-récepteur.

Le fait du *Dionæa* n'est pas isolé. Les plantes qui possèdent des organes sensibles aux irritations mécaniques sont nombreuses, et on peut affirmer que partout où

l'on constate l'existence d'une région d'élection pour l'excitation, on ne tarde pas à découvrir des organes excito-récepteurs appropriés.

Cette remarque est valable non seulement pour les excitations mécaniques proprement dites, mais encore pour d'autres excitations qui peuvent affecter les plantes. Dans cet ordre d'idées, on est assez unanime pour reconnaître l'existence d'organes spéciaux destinés à recevoir les excitations produites par la pesanteur, la lumière.

Ajoutons que chez la plante il y a non seulement réception, mais aussi transmission de l'excitation. Touchons une anthère, dans une fleur épanouie de *Berberis*, nous voyons toutes les étamines s'infléchir. Il faut donc que l'excitation portée sur une des anthères ait été transmise à distance jusqu'aux organes qui déterminent activement l'inflexion de toutes les pièces du verticille. Nouvelle analogie avec ce qui se passe chez les animaux — avec cette seule différence que l'excitation est transmise plus lentement chez les plantes, par l'intermédiaire de trabécules protoplasmiques qui traversent les parois cellulaires et établissent un vaste réseau de communication entre les diverses parties d'un même végétal.

Comment pouvez-vous nier maintenant, disent les psychobiologistes, que les plantes aient des sensations, puisque nous leur avons trouvé des organes des sens ? Avez-vous un autre *criterium* lorsqu'il s'agit des animaux ? Ne concluez-vous pas pour eux de la présence d'un organe à une fonction psychique correspondante ? Pourquoi accepter cette déduction pour le règne animal et la rejeter lorsqu'il est question des plantes ?

Que répondrons-nous à cette pressante argumentation ?

Mais ceci simplement : les psychobiologistes con-

fondent deux choses qui veulent être distinguées, *l'irritabilité et la sensibilité proprement dite.*

L'irritabilité est l'aptitude qu'a tout être vivant à recevoir d'une manière spéciale les excitations venues du dehors et à répondre à ces excitations d'une manière appropriée.

La sensibilité est la faculté de transformer la réception physiologique d'une excitation extérieure en un phénomène de *connaissance sensible.*

La sensibilité se surajoute donc à l'irritabilité et nous en avons une preuve bien simple dans ce fait que chez l'animal, chez l'homme même, il y a des cas où l'irritabilité propre du système nerveux entre en jeu, sans qu'il y ait mise en branle de la sensibilité. Il en est ainsi, par exemple, dans le fonctionnement d'un réflexe médullaire. La réaction appropriée a lieu sans que l'individu ait la moindre connaissance de l'excitation reçue.

Que démontrent donc les psychobiologistes ? Que l'irritabilité végétale suit les mêmes lois que l'irritabilité animale : la chose n'est point nouvelle. Que l'irritabilité végétale n'entre pas en jeu d'une manière quelconque, mais qu'il y a des appareils spéciaux pour la réception physiologique de chaque excitant particulier : cela, on ne le savait peut-être pas d'une façon si précise, mais, *à priori*, on pouvait le prévoir ; c'était une conséquence nécessaire de la loi de finalité qui requiert des organes appropriés pour chacune des fonctions du végétal.

La question de la connaissance ou de la sensibilité proprement dite chez les plantes reste intacte (1).

(1) Francé prend bien soin de nous avertir qu'en attribuant des propriétés psychiques aux végétaux, il n'a pas pour cela l'intention de les gratifier de « conscience ». Il lui suffit qu'elles aient des connaissances, des volitions, des jugements inconscients : « Die Bewusstseinsfrage ist für das Wesen der Sache ganz irrelevant (*Pflanzenpsychologie*, p. 99). »

La présence d'un organe récepteur d'excitation ne prouve donc l'existence de la sensibilité proprement dite chez un être vivant que si la constitution de cet organe est telle qu'il ne puisse être manifestement utilisé que pour donner une sensation. La présence d'un œil comparable à celui d'un vertébré supérieur prouve, sans plus, l'existence de la sensibilité visuelle dans l'animal qui en est porteur. Du point de vue finaliste, une disposition organique de cette complexité *faite pour donner des images des objets extérieurs* ne se comprendrait pas sans une faculté correspondante capable d'utiliser ces images. Or une telle faculté est une faculté connaissante. Au contraire, les prétendus « organes des sens » chez les plantes peuvent très bien être destinés uniquement à la réception physiologique de telle ou de telle excitation.

Il est vrai que nous considérons comme des animaux des êtres qui ne possèdent aucun organe des sens immédiatement comparable à ceux des animaux supérieurs; mais, dans ce cas, nous constatons que l'individu en question utilise autrement que la plante les excitations venues du dehors. Il a ce que nous appelons des mouvements spontanés, c'est-à-dire des mouvements qui *présupposent* un phénomène de connaissance.

Que de tels mouvements existent chez l'animal, c'est bien certain. La preuve en est que chez un même animal nous distinguons le pur réflexe de l'acte volontaire accompagné de conscience. Dans les mouvements spontanés, on ne trouve plus l'exacte correspondance entre l'amplitude du mouvement, sa durée, sa direction qui caractérise toujours le mouvement purement physiologique tel qu'il se manifeste soit dans les divers tactismes et tropismes, soit dans les réflexes proprement dits. Or, aucun des mouvements observés chez les plantes ne présente les caractères de la spontanéité.

Francé prétend bien que l'*Euglena viridis*, orga-

nisme monocellulaire cilié, a des mouvements de « recherche » vis-à-vis de la lumière qui ressemblent à s'y méprendre aux tentatives que fait l'animal quand il est en quête d'une position à sa convenance. L'*Euglæna*, quand il se trouverait à l'ombre, ferait exécuter à ses cils de longs mouvements de va-et-vient jusqu'au moment où, ayant rencontré une place convenablement éclairée, il reprend son allure accoutumée. Je ne voudrais point contredire des expériences délicates sans avoir cherché à les reprendre ; mais, à la simple description que nous donne Francé de ses observations, on est tenté de trouver qu'il dramatise un peu les « recherches » de l'*Euglæna ;* les mouvements décrits sont dans l'ordre de ceux que l'on peut constater chez beaucoup d'autres cellules libres sensibles à divers excitants. Si l'on tient compte surtout des faits de sensibilité différentielle signalés par Loeb, Bohn et d'autres biologistes contemporains, on ne voit pas que la spontanéité des mouvements de l'*Euglæna* puisse être considérée comme démontrée.

Le serait-elle, la question, souvent discutée, si cet être unicellulaire ne doit pas être retiré de la famille des algues pour être placé parmi les protozoaires serait tranchée affirmativement. On sait combien il est difficile de discerner quelquefois si un organisme est ou n'est pas doué de sensibilité proprement dite. Ces cas-limites ne doivent, en tout cas, en aucune manière être pris comme typiques. Les doutes qui peuvent planer sur la véritable nature de certains organismes rudimentaires peuvent bien nous faire hésiter sur la place à assigner à tel type dans la classification ; ils ne doivent pas nous empêcher de considérer comme scientifiquement indémontrée, pour ne rien dire de plus, la thèse

psychobiologique relativement à la sensibilité des plantes (1).

C) *L'intelligence organique*

Le dernier problème à étudier, celui de l'intelligence organique, est intimement lié à celui du vitalisme et le point de jonction entre les deux questions est l'explication de la finalité. C'est là aussi l'aspect le plus caractéristique de la nouvelle doctrine.

Les psychobiologistes ne se contentent pas d'attribuer la sensibilité à tout être vivant, ils le gratifient libéralement d'intelligence ; non pas sans doute d'une raison comparable à celle de l'homme — ils se défendent de toute tendance anthropomorphique — mais d'une raison plus bornée dans ses moyens, exactement proportionnée aux besoins, parfois très modestes, de chaque organisme.

Quand on rencontre pour la première fois une opinion aussi inattendue, on se hâte de chercher, dans les ouvrages où elle est proposée, quelques preuves savantes et des aperçus nouveaux sur la nature et de la finalité et de l'intelligence. Or, on y trouve bien de longs chapitres où l'existence de la finalité dans le monde vivant est abondamment démontrée, mais lorsque l'on insiste pour découvrir la série de déductions qui a pu

(1) On sait quel intérêt passionné Darwin a mis à l'étude des mouvements et de la sensibilité chez les plantes. Dans une lettre adressée à son ami Hooker en 1862, il écrivait quelques lignes où sont contenues en germe toutes les découvertes récentes sur la transmission des excitations chez les végétaux : « Je suis amené à croire que les *Drosera* doivent avoir une matière diffuse en connexion avec les organes, tout à fait analogue à la matière nerveuse chez les animaux. » Darwin développe les raisons qu'il a pour cela. Il ne s'est pas rendu compte de ce qui a été trouvé depuis : à savoir que la transmission se fait chez les végétaux de cellule à cellule par les liaisons protoplasmiques qui les unissent et non par un système différencié autonome comme chez les animaux.

conduire nos auteurs à de si étranges conclusions, on est tout étonné de se trouver devant le très simple, trop simple raisonnement que voici.

Toutes les fois que nous avons conscience de tendre vers un but et d'ordonner des moyens à une fin, nous faisons usage de notre intelligence, nous exerçons des jugements, puisque nous apprécions l'aptitude d'un moyen, l'inaptitude d'un autre, etc. Nous ne pouvons donc pas concevoir qu'il y ait à proprement parler tendance finale sans une intelligence qui conçoive la fin. Donc, toutes les fois que nous trouverons un être agissant de lui-même avec finalité, nous serons en droit de lui attribuer par analogie, une certaine intelligence et une certaine raison (1).

La chose n'est pas plus compliquée que cela ! Armés de ce principe, les psychobiologistes ont vite fait de montrer combien il est fécond et simplificateur.

L'être vivant agit avec finalité, il adapte des moyens à une fin, donc il juge et il raisonne. Chaque cellule, dans un organisme pluricellulaire, connaît ses besoins

(1) La manière dont Francé déduit le caractère psychique des réactions végétales de leur nature *non-mécanique*, mérite d'être remarquée. Voici comment il résumait lui-même son hypothèse en 1907 : « Meine Hypothese lässt sich in einen Hauptsatz bannen, der durch drei Nebensätze seine völlige Eindeutigkeit erhält. Dieser Hauptsatz lautet : Zur Erklärung einer grossen Anzahl von Regulations-und Bewegungsvorgängen der Pflanzen muss eine Spontaneität der Pflanze angenommen werden, die auf Reize hin aufgelöst, zu solcher Tätigkeit führt, dass dadurch Bedürfnisse der ganzen Pflanze oder ihrer Teile befriedigt werden. Der erste Nebensatz lautet : Diese Tätigkeit verläuft analog der Zwecktätigkeit menschlicher Handlungen. Der zweite Nebensatz lautet : Diese Spontaneität kann also wie die, der menschlichen Handlungen zugrunde liegenden psychischen Vorgänge aus den Grundeigenschaften des in Pflanze und Mensch wesensgleichen Protoplasmas erklärt werden. Der dritte Nebensatz lautet : Da die Analyse der menschlichen Handlung sie als einen Willensakt und als ihre Elemente : Empfindung, Wille und Vorstellungen, sowie deren Verknüpfung, in einem Zweckentsprechenden Urtheil erkennen lässt, so müssen, wenn der 1. Nebensatz gültig ist, kraft des Analogieschlusses, diese Elemente auch der pflanzlichen Spontaneität zugrunde liegen. Da jedoch diese Elemente zugleich die Kriterien psychischer Tätigkeiten sind, müssen also der Pflanze die Elemente psychischer Fähigkeiten zugeschrieben werden (Z F. D. A D. E 1907, p. 99). »

particuliers, puisqu'elle prend les moyens d'y subvenir. Elle sait donc les aliments qui lui conviennent, la manière de les assimiler, de les transformer en protoplasme structuré, etc. Elle connaît aussi, non d'une manière scientifique sans doute, mais concrète et suffisante, les besoins généraux de l'organisme dont elle fait partie. Une cellule glandulaire saura quels produits elle doit fournir pour que tout fonctionne normalement. Elle devra donc recevoir constamment des informations venant de toutes les parties du corps, et à ces informations elle répondra par des réactions appropriées.

On sera peut-être tenté de croire que j'exagère et que les psychobiologistes ne sont pas allés si loin. Voici, d'après Pauly, ce que doivent savoir les cellules qui constituent les parois des vaisseaux sanguins chez l'homme. La physiologie enseigne que ces organes sont disposés de telle sorte qu'en assurant une prompte circulation du sang, ils demandent cependant au cœur le moins de travail possible. A cet effet, les courbes des troncs artériels les plus importants, la plus ou moins grande élasticité des parois, tout est disposé avec la plus admirable finalité. Comment cet effet d'ensemble est-il obtenu ? Tout simplement parce que chaque cellule des parois connaît les besoins généraux de l'organisme et qu'elle règle sa forme, sa consistance, ses relations avec ses voisines, de manière à satisfaire de son mieux à ces besoins !

Mais, objecte-t-on à Pauly, comment se fait-il donc alors, si nos cellules sont si savantes et si soucieuses du bien général de notre organisme, qu'il se produise souvent des désordres auxquels il leur serait si facile de remédier ? Ainsi, lorsqu'il y a insuffisance d'une valvule cardiaque, quoi de plus simple pour les cellules qui la constituent, que de proliférer un peu et de donner naissance à un massif qui constituerait un obtura-

teur plus parfait ! Au lieu de cela, elles laissent le cœur se surmener au grand détriment de l'organisme, qui un jour ou l'autre devra la mort à ce grave désordre physiologique.

« C'est que, répond gravement Pauly, la réparation en question dépasse les facultés de raisonnement des cellules qui composent cette valvule (1). »

Il me semble qu'il est superflu d'insister longuement pour montrer le côté faible de doctrines aussi exorbitantes : elles se réfutent d'elles-mêmes ! L'erreur est au point de départ. Il n'est pas surprenant qu'engagé sur une fausse piste, on aboutisse à des impasses.

Quelle est donc l'erreur initiale ?

Les psychobiologistes supposent à tort qu'il n'y a que deux manières *possibles* de tendre à une fin et ils nous mettent en face de ce dilemme :

L'être vivant tend à une fin ou bien comme une machine, ou bien d'une manière *analogue* à celle de l'homme, quand il conçoit un but et qu'il ordonne des moyens pour y arriver. L'être vivant n'agit pas comme une machine, donc il agit d'une manière analogue à celle de l'homme.

Le malheur est que l'on peut fort bien concevoir une tendance finale qui ne soit ni celle d'une machine, ni analogue à celle de l'homme et qui soit précisément caractéristique de la vie organique.

Nous éprouvons, il est vrai, beaucoup de difficulté à nous faire une idée positive de ce genre de tendance. Il s'agit d'une réalité que nous ne pouvons atteindre directement ni par l'expérience interne, ni par l'expérience externe. Force nous est d'en déduire l'existence et d'en construire la définition.

Nous disons que cette tendance finale de l'être doué

(1) *Darwinismus und Lamarckismus*, p. 209.

de vie végétative se distingue de celle de l'être inorganique par son caractère d'immanence ou d'autotéléologie, pour parler comme les psychobiologistes, et de celle de l'être doué de connaissance par son caractère d'inconscience et de déterminisme aveugle. Mais qui dit déterminisme et absence de liberté ne dit pas pour cela, remarquons-le bien, mécanicisme et absence de finalité.

Il y a donc place entre la théorie des psychobiologistes et celle des mécanicistes pour une théorie intermédiaire : celle même de la philosophie aristotélicienne et scolastique (1).

La raison dernière qui nous la fait préférer est ce principe sans lequel toute inquisition philosophique est impossible, que là où une activité d'ordre inférieur suffit pour expliquer un phénomène, il ne faut pas recourir à une activité d'ordre supérieur. Or, nous comprenons la finalité de l'être vivant sans lui attribuer

(1) Le souci constant qu'a Francé de montrer que la théorie psychobiologique permet de se passer de toute interprétation *théiste* en philosophie biologique est caractéristique. Si Reinke et les jésuites (?!) admettent que les êtres vivants sont des machines, c'est qu'ils sont plus sûrs de démontrer dans cette hypothèse l'existence de Dieu : « Reinke hält kramphaft an dem Maschinenvergleich fest, weil er unbedingt glaubt, dass eine intelligente Urkraft die Organismen hervorgebracht habe, und diesen Glauben nicht anders aufrechthalten kann. » On est stupéfait de pareilles insinuations. M. Francé parle souvent du jésuite Wasmann. Il nous ferait croire qu'il l'a lu bien distraitetement, s'il l'a pris pour un partisan du mécanicisme. Reinke, c'est vrai, tout en se rapprochant du vitalisme, reste mécaniciste : mais soutenir qu'il est mécaniciste *parce que* théiste, c'est vraiment trop fort.

La haine trop passionnée qui domine Francé, toutes les fois que la question du théisme est en jeu, lui rend de bien mauvais services. Le fait de la mort des êtres vivants est, paraît-il, doublement « fatal » pour la philosophie théiste. La démonstration qu'en donne Francé vaut la peine d'être citée : « Die fatale Tatsache dass wir sterben müssen, ist fur die Verteidiger einer theistischen Teleologie doppelt fatal, denn um sie zu erklären, müssen sie zu einem neuen höchst unvernünftigen Wunder ihre Zuflucht nehmen, dass nämlich nach so vielen Jahren diese kosmische Intelligenz auf einmal die Lust verliert, sich immer wieder in das Wechselgetriebe der organischen Vorgänge einzumengen... (*Das Leben der Pflanze*, t. 2, p. 371). »

d'intelligence, nous n'avons donc aucun motif sérieux d'admettre une intelligence organique.

Que serait, d'ailleurs, cette intelligence ?

Les psychobiologistes lui donnent des caractères que j'ai bien de la peine à trouver cohérents.

D'une part on nous dit que cette intelligence *juge*, de l'autre que ses jugements sont inconscients. Que peut bien être un acte d'intelligence, un jugement inconscient?

On reconnaît que cette intelligence organique est extrêmement bornée, rudimentaire, en comparaison de celle de l'homme et cependant la plus humble cellule en sait plus long sur la structure du protoplasme et sur toute la chimie biologique que l'homme le plus savant !...

Il reste néanmoins quelque chose du raisonnement des psychobiologistes. Ils diraient vrai, s'ils affirmaient qu'en dernière analyse toute tendance vers une fin suppose *quelque part* une intelligence. C'est bien ce que nous soutenons nous-mêmes. Pour nous, la finalité qui se manifeste dans le monde de la vie prouve, beaucoup mieux que celle de n'importe quelle machine, l'existence d'une Intelligence suprême créatrice et organisatrice de la vie. D'*elle-même*, en effet, la matière inintelligente, qu'elle soit vivante ou non, est incapable de produire de toutes pièces cette merveille de finalité qu'est le plus humble des organismes.

S'il fallait en terminant caractériser d'un mot les doctrines psychobiologiques, je dirais qu'elles sont l'exagération outrancière d'une bonne tendance. Les partisans de cette théorie s'étaient engagés dans une excellente voie en réagissant contre le mécanicisme. Ils ont ensuite dévié.

Quelle a été l'unique cause de leurs erreurs ? *Des préjugés philosophiques*. Il en est ainsi toutes les fois

que l'on veut imposer à la nature une théorie préconçue. Elle se venge en nous dérobant ses secrets. La vraie méthode scientifique exige plus de liberté d'esprit.

Il n'est permis en science, comme le dit fort bien Reinke, d'avoir de culte que pour un seul monisme, celui de la vérité.

R. de Sinéty, S. J.

LES PORTS

ET LEUR FONCTION ÉCONOMIQUE[1]

XXXII

Le port de Venise au moyen âge

Lorsque, au cinquième siècle de notre ère, quelques habitants de l'ancien territoire des Vénètes, fuyant devant les barbares, vinrent chercher refuge sur les îlots des lagunes, nul ne pouvait prévoir que sur ces plages arides allait s'élever un jour une ville splendide, bâtie de marbre et d'or, maîtresse de l'océan et entrepôt de toutes les richesses que pouvaient apporter les flots depuis le Maroc jusqu'à la Mer Noire et depuis l'Islande jusqu'au Japon.

Il eût été difficile de trouver un endroit plus pauvre et plus désolé que ce golfe du nord-ouest de l'Adriatique où le sable, les limons et les algues accumulés avaient formé une soixantaine d'îlots. C'était une région indécise, où la terre et l'eau se confondaient en une lutte incessante, un ensemble de lagunes, de bas-fonds et de plages stériles, balayées par les vagues, dépourvues

(1) Voir la Revue des Questions scientifiques, 3e série, t. IX, avril 1906, p. 357 ; t. X, juillet 1906, p. 110 ; t. XI, avril 1907, p. 494 ; t. XII, juillet 1907, p. 86 ; t. XIII, avril 1908, p. 461 ; t. XIV, juillet 1908, p. 55 ; octobre 1908, p. 475 ; t. XV, janvier 1909, p. 92 ; avril 1909, p. 474 ; t. XVI, juillet 1909, p. 133 ; octobre 1909, p. 511 ; t. XVII, avril 1910, p. 534.

d'eau potable et de végétation, n'offrant aucune espèce de matériaux dont l'homme pût se servir pour construire sa demeure, et incapables de nourrir d'autres êtres que les mouettes et les goélands.

Les exilés qui avaient cherché refuge dans ce site sauvage et ingrat, appartenaient à une race énergique et se sentaient capables de plier la nature à leurs besoins et de commander aux éléments. Puisque le sol sur lequel ils avaient transporté leurs demeures ne leur offrait aucune ressource, ils demanderaient aux flots de leur procurer, par le trafic et la navigation, la nourriture et les richesses que la terre leur refusait.

Les îlots sur lesquels allait s'élever la reine de l'Adriatique étaient admirablement placés au point de vue du commerce. Située au fond d'une mer qui, pénétrant comme un long canal entre les terres, constituait le chemin le plus direct entre l'Orient et l'Occident, Venise était naturellement désignée comme l'entrepôt de tous les produits de l'Asie et de l'Afrique, et les fleuves qui se jetaient dans ses lagunes lui amenaient, sans danger et sans frais, toutes les productions de la grande et fertile plaine de l'Italie et la mettaient en communication directe avec les principaux passages, par lesquels les marchandises de l'Europe occidentale et centrale pouvaient traverser les Alpes pour s'échanger contre les produits du Levant.

Les lagunes fournissaient à Venise deux articles d'échange, le poisson et le sel, dont elle pouvait se servir pour acheter aux habitants de la terre ferme le blé et les denrées nécessaires à sa subsistance. Et comme les populations du continent, désolées par des invasions et des guerres continuelles, ignorantes des choses de la navigation, ne pouvaient rien apporter à leurs voisins des lagunes, les Vénitiens, contraints de chercher eux-mêmes ce qui leur manquait, prirent l'habitude du trafic maritime.

Ne trouvant pas en quantité suffisante sur la côte voisine le bois nécessaire à l'édification de leurs demeures sur pilotis et à la construction de leurs vaisseaux, ils entrèrent en relations avec les habitants des régions boisées de l'Illyrie et de la Dalmatie et parcoururent ainsi tout le littoral de l'Adriatique. Sous l'influence de l'esprit commercial, les voyages qui n'avaient eu, à l'origine, pour but que l'approvisionnement des îles des lagunes, s'étendirent : les moyens de navigation se perfectionnèrent et les Vénitiens devinrent bientôt les intermédiaires de toutes les communications entre les deux rives de l'Adriatique.

Dès les premières années du VIe siècle, Cassiodore, préfet du prétoire de Théodoric, roi des Ostgoths, écrivait aux « tribuns des populations maritimes » des lagunes pour leur demander de transporter à Ravenne, au moyen de leurs nombreux vaisseaux, « accoutumés à parcourir des distances infinies », un approvisionnement de vin et d'huile de l'Istrie. Dans la même lettre Cassiodore, faisant allusion aux salines qui alimentaient le commerce de la nouvelle colonie, déclarait, dans son style de rhéteur : « On ne peut se passer de sel, on peut se passer d'or (1). »

Pendant plus de treize siècles la vente du sel allait assurer à Venise d'incalculables bénéfices. Non contents de vendre le sel excellent fourni par leurs lagunes, les Vénitiens s'approprièrent, dès les temps les plus reculés, un véritable monopole dans cette branche du commerce en s'assurant, au moyen de traités avec leurs voisins, l'exploitation de toutes les salines des côtes de l'Adriatique. Dès le VIIIe siècle, ils prenaient à ferme les célèbres salines de Cervia, propriété des Bolonais, et plus tard, leur trafic s'étendant sans cesse, ils s'assurèrent, soit comme propriétaires, soit comme

(1) Cassiodore, *Opera*, lib. 12, epist. 24.

fermiers, toute la production des salines de Sicile, du nord de l'Afrique, de Chypre, de l'Archipel et de la Mer Noire. Ils achetèrent même le droit exclusif de vendre et de transporter le sel fossile, extrait des mines de l'Allemagne du Sud et de Croatie, interdirent aux riverains de l'Adriatique de se livrer au trafic de cette denrée et édictèrent les peines les plus sévères contre les sujets de la République qui achèteraient du sel à l'étranger. Très habilement les Vénitiens prirent soin de rendre leur monopole supportable, en perfectionnant les procédés d'extraction de façon à pouvoir fournir partout, à très bas prix, un sel d'excellente qualité (1).

Le sel ne devait pas rester longtemps l'unique article du commerce des Vénitiens. Profitant de leur excellente situation géographique, ils ne tardèrent pas à devenir les intermédiaires et les agents du trafic entre l'Orient et l'Occident. Leurs voisins de terre ferme, les Ostgoths et, après eux, les Lombards, étaient engagés dans des luttes presque continuelles contre l'empire byzantin, luttes dont Venise bénéficiait, car chacun des deux états rivaux était dans la dépendance de l'autre pour certains articles que les hardis trafiquants des lagunes pouvaient seuls leur procurer. Les Vénitiens achetaient en Italie pour les revendre aux Grecs des étoffes communes, des laines brutes et filées, des céréales et fournissaient, en échange, aux habitants de la Péninsule les articles précieux de l'Orient, les sucres, l'indigo, toutes les variétés d'aromates et d'épices domestiques, les tissus de soie et de coton. Concurremment avec les Amalfitains, ils fournissaient à Rome les draps d'or et d'argent, la cire, l'encens utilisés dans les grandes cérémonies liturgiques (2).

(1) Daru, *Histoire de Venise*, Bruxelles, 1840, t. IV, pp. 77-78.

(2) Heyd, *Histoire du Commerce du Levant au moyen âge*, traduction Furcy Raynaud. Leipzig, 1885-1886, t. I, pp. 95-96.

Dans l'intérêt même de son commerce, Venise resta longtemps fidèle à la domination byzantine, domination que l'éloignement et la faiblesse des empereurs rendaient, du reste, fort légère. Grâce à ce lien purement nominal, grâce à quelques formules de soumission habilement prodiguées, les négociants de Venise jouirent longtemps à Constantinople des faveurs de l'indigénat et s'en prévalurent pour écarter tout concurrent. Cette politique habile ouvrait au commerce vénitien tous les ports de l'Orient, lui assurait de vastes débouchés et lui donnait accès aux grands marchés richement fournis des produits du Levant.

La cordialité de ces rapports avec Byzance n'empêchait pas Venise d'entretenir des relations suivies avec les souverains de la terre ferme et de conclure avec eux des traités destinés à ouvrir à son trafic les routes et les cours d'eau de l'Italie du Nord. Dès 712, elle obtenait du roi des Lombards, Luitprand, des privilèges exemptant ses marchandises de toute redevance et lui affermant même la perception de tous les droits du souverain, ce qui lui permettait de taxer ses rivaux et lui donnait ainsi un véritable monopole (1).

La cité des lagunes devenait ainsi, peu à peu, une ville indépendante, un terrain neutre, un marché libre où affluaient les produits de l'Orient et de l'Occident. Les guerres continuelles qui divisaient les autres peuples, leur ignorance, leur éloignement pour le commerce et la navigation lui assuraient une supériorité incontestée et lui permirent d'établir solidement les bases de sa puissance économique.

Dès le VIIIe siècle, les vaisseaux vénitiens sillonnaient la Méditerranée dans tous les sens. L'Afrique du nord, territoire très fertile à cette époque, fournissait à Venise des grains, des laines, des bois de tein-

(1) Daru, *op. c.*, t. IV, p. 76.

ture, des gommes, des parfums, de l'ivoire, de la poudre d'or, des tissus de soie et de coton, des draps, des toiles et même des esclaves que les Vénitiens ne se faisaient aucun scrupule de revendre sur les marchés d'Orient ou aux Maures d'Espagne. Ces trafiquants poussaient l'audace jusqu'à acheter, dans Rome même, des esclaves blancs des deux sexes, ce qui provoqua des mesures sévères des papes Zacharie et Adrien et de l'empereur Charlemagne (1).

Par les soins des Vénitiens un service de transport de voyageurs et de marchandises était organisé entre l'Afrique et la Sicile (2) et, dès les premières années du IXe siècle, des relations régulières étaient établies entre Venise, la Syrie et l'Égypte. Ces relations ne firent que s'étendre et, à la fin du Xe siècle, le doge Pierre II Orseolo était parvenu à conclure des traités avantageux avec les princes sarrasins d'Alep, de Damas, du Caire, de Kairouan et de Palerme, ouvrant ainsi d'importants débouchés au commerce vénitien.

Les Vénitiens vendaient en Orient des esclaves, des draps, des bois de construction, provenant des forêts de Dalmatie, des armes, fabriquées dans les forges de Styrie et de Carinthie (3). Ils en rapportaient des épices et des aromates, de l'hermine, des étoffes tissées d'or et de soie, des draps teints en cette pourpre merveilleuse dont Tyr avait conservé le secret, et ces précieux tissus arabes ou persans, aux teintes multicolores et à figures d'oiseaux, brodées ou tissées dans l'étoffe, qui, au dire du moine de Saint-Gall, émerveillèrent si fort les compagnons de Charlemagne à la foire de Pavie (4).

Le grand empereur avait donné aux Vénitiens

(1) Cenni, *Monumenta dominationis pontificiae*, t. I, pp. 369 et suiv.
(2) Amari, *Storia dei Musulmani di Sicilia*, t. I, p. 225.
(3) Heyd, *op. c.*, t. I, p. 110.
(4) Heyd, *op. c.*, t. I, pp. 110-111.

pleine et entière liberté de commercer dans ses vastes états (1) et la ville de Pavie, située au cœur de l'Italie du Nord, au débouché des grands passages des Alpes, communiquant avec la France, la Suisse et l'Allemagne par le Grand Saint-Bernard et le Splugen et reliée à la mer par le Tessin et le Pô, était devenue un marché commercial de la plus grande importance.

Les successeurs de Charlemagne et les empereurs de la maison de Saxe continuèrent à protéger le commerce de Venise (2). L'Europe ne pouvait plus se passer de ces hardis négociants qui monopolisaient le commerce des épices et des soieries et se chargeaient en échange d'écouler en Orient les produits européens. En Allemagne, l'intérêt que l'on portait au commerce des Vénitiens était tel que, en 1017, quatre grands navires chargés d'épices ayant fait naufrage, la nouvelle de cette catastrophe se répandit jusqu'à Merseburg et que l'évêque Thietmar la consigna dans sa chronique (3).

Chaque année, au retour de la belle saison, on voyait de nombreuses caravanes de marchands vénitiens, accompagnées d'escortes suffisantes pour les protéger contre la cupidité des barons féodaux et des détrousseurs de grand chemin, s'acheminer au travers des Alpes pour visiter les foires de France et d'Allemagne. Ces habiles trafiquants prenaient la précaution d'amener avec eux des troupes de musiciens, de baladins, de jongleurs ou d'animaux curieux, destinés à leur assurer bon accueil et protection en amusant les seigneurs dont ils traversaient les domaines (4).

C'était surtout dans le vaste empire byzantin que le

(1) Kohlschutter, *Venedig unter dem Herzog Peter II Orseolo*, pp. 75 et suiv.

(2) Documents publiés par Romanin, *Storia documentata di Venezia*, t. II, pp. 356, 362, 363, 379, 383, 387.

(3) Pertz, *Monumenta Germaniæ historica*, SS., t. III, p. 860.

(4) Daru, *op. c.*, t. IV, p. 88.

commerce de Venise avait pris un développement prodigieux. Les peuples chez lesquels Constantin avait jadis transporté la capitale de l'Empire avaient des goûts raffinés, une civilisation brillante, un sens artistique développé, mais manquaient totalement d'activité commerciale. Les Vénitiens surent tirer parti de ce défaut : ils étudièrent sur place les procédés de l'industrie byzantine et s'y initièrent de façon à pouvoir bientôt supplanter leurs maîtres ; ils se rendirent un compte exact des besoins de cet immense empire, allèrent hardiment rechercher tous les articles aux sources mêmes de la production et devinrent ainsi, à force d'énergie et d'activité sagace, les facteurs, puis les maîtres du commerce de la voluptueuse Byzance.

Luitprand, évêque de Crémone, chargé d'ambassades en Orient, en 949 et 968, nous donne de curieux détails sur le commerce des soieries auquel les Vénitiens se livraient dans tout l'Empire, en dépit des efforts du gouvernement impérial pour empêcher la sortie de ces précieux tissus (1). Dans le courant du xe siècle, s'était établi un service régulier de navigation entre Venise et Constantinople et les Vénitiens s'étaient même chargés du transport des lettres entre l'Italie, l'Allemagne et les divers points de l'empire grec (2).

Seulement les Vénitiens, devenus indépendants et forts, ne pouvaient plus se réclamer, comme jadis, des avantages attachés à l'indigénat, il fallut négocier avec les empereurs, leur arracher, l'une après l'autre, des concessions, jusqu'à ce que, en 1081, Venise, ayant fourni à l'Empire de sérieux secours contre les entreprises de Robert Guiscart, Alexis Comnène lui accorda

(1) *Luitprandi relatio de legatione Constantinopolitana* dans Pertz, SS., t. III, pp. 350, 357, 359.

(2) Tafel und Thomas, *Urkunden zur älteren Handels- und Staatsgeschichte der Republik Venedig...*, t. I, p. 21.

l'inestimable privilège de pouvoir trafiquer en franchise dans tout le territoire byzantin. Venise obtenait ainsi la qualité de nation privilégiée et s'assurait en quelque sorte le monopole du commerce dans l'empire grec : elle était seule à introduire en Italie les produits du Levant et à les entreposer pour les besoins grandissants du monde romano-germain.

Telle était la situation lorsque les Croisades, soulevant, dans un sublime élan de foi, l'Europe chrétienne contre l'Islam, renouvelèrent en même temps la face du monde économique.

Les Croisades furent pour Venise une vaste et fructueuse opération commerciale. Aucun port n'était plus avantageusement situé pour servir de point de départ pour la Terre-Sainte. Venise pouvait fournir aux croisés des renseignements exacts sur les pays lointains où elle trafiquait depuis longtemps, elle tenait à leur disposition des ressources matérielles de tout genre, elle était admirablement outillée pour transporter en Orient les pieux soldats du Christ. Les Vénitiens réalisèrent d'énormes bénéfices en louant leurs vaisseaux aux Croisés, en leur prêtant de l'argent, en exploitant leurs besoins, leurs difficultés, leur ignorance ; mais ils leur rendirent, en même temps, de grands services. Sans l'assistance des flottes italiennes, les Latins ne fussent jamais parvenus à conserver leurs conquêtes car, incapables de rester, sans marine, maîtres de la mer et des côtes, ils eussent été coupés de l'Europe, privés de secours et de moyens de ravitaillement.

Venise tira de grands avantages de son intervention en Orient : lorsque, en 1099, elle envoya en Syrie une flotte de deux cents galères, conduite par Henri Contarini, évêque de Castello, et par Jean Michieli,

fils du doge régnant, elle réclama la concession, dans chaque ville prise ou à prendre, même sans l'intervention de sa flotte, d'un emplacement propre à établir un marché et exigea le privilège d'une franchise complète d'impôts dans tout le royaume de Jérusalem. En 1110, une escadre vénitienne aide les Croisés à prendre Sidon; en 1124, une flotte de cent vingt galères coopère au siège de Tyr (1). La même année, les Vénitiens prêtent aux Croisés la somme, énorme pour l'époque, de cent mille besants d'or (2). En échange ils se faisaient concéder un tiers de la ville de Tyr qui devint le centre de leur puissance coloniale, la résidence du *baïle*, magistrat suprême, chef des fonctionnaires locaux (vicomtes, sous-bailes, consuls), disséminés dans le royaume de Jérusalem et les divers états latins (3).

Venise ne négligeait pas d'entretenir, en même temps, des relations avec les principautés de Syrie restées aux mains des musulmans, avec les sultans d'Alep et de Damas, centres commerciaux et industriels de grande importance (4). Le trafic de l'Océan Indien (Inde, Ceylan, Indo-Chine, Chine) y aboutissait par Aden et la Mer Rouge; il aboutissait également, d'un autre côté, par le Golfe Persique, le Tigre et l'Euphrate, à Bagdad et à Mossoul, d'où des routes de caravanes amenaient à Alep, au port Saint-Siméon (port d'Antioche) et à Laodicée, les tissus précieux, les soieries, les aciers de l'Inde, les cotons, les épices (surtout le poivre), l'alun. Damas, ville industrieuse, réputée pour ses soieries, ses merveilleux brocarts, ses armes, ses confitures superfines dont les dames byzantines étaient si friandes, était située au point de rencontre des caravanes venant de Perse, de Mésopotamie et

(1) Schaube, *Handelsgeschichte der Romanischen Volker*... Munich, 1908, p. 125 et p. 130.
(2) Tafel und Thomas, *op. c.*, t. I, p. 86.
(3) Heyd, *op. c.*, t. I, pp. 330-332.
(4) Heyd, *op. c.*, t. I, p. 374.

d'Asie-Mineure avec celles venant d'Égypte et d'Arabie. Ce marché de premier ordre n'était qu'à quatre journées des ports de Tyr et d'Acre, à trois journées de Beyrouth et de Sidon.

Aussi les tarifs de douane du royaume de Jérusalem, rédigés au XIIe siècle, sont-ils des plus instructifs : on y voit figurer tous les produits d'Orient et d'Extrême-Orient : la rhubarbe de Chine, le musc du Thibet, les bois précieux, l'ivoire, les épices de l'Inde et de l'archipel indien, l'encens et les dattes d'Arabie (1).

Ce n'était pas uniquement par le transit, mais aussi par les produits naturels et industriels que le commerce de Venise avec les états latins d'Orient avait acquis une grande importance. La Syrie et la Palestine étaient encore admirablement fertiles à cette époque ; elles produisaient en abondance les fruits, les huiles, le sucre, le coton et la soie. Les étoffes artistiques d'Antioche et de Tripoli étaient très estimées ; les Vénitiens étaient les maîtres du quartier des tisserands à Tyr et possédaient dans cette ville des teintureries de pourpre et des verreries universellement réputées (2).

D'autre part, les Croisés avaient besoin d'une foule d'objets de leur mère-patrie, des ustensiles de tout genre, des meubles, des tissus. Les marchandises destinées à être échangées contre les produits de l'Orient, affluaient dans tous les ports de Syrie. Le mouvement des voyageurs, guerriers, pèlerins, commerçants, industriels, était intense. Deux fois par an, vers Pâques et à la Saint-Jean d'été, de véritables flottes quittaient Venise, Gênes et Pise pour visiter les côtes de Palestine et de Syrie. A partir des premières années du XIIIe siècle, Venise organisa un départ d'hiver pour Tyr (3). L'arrivée de ces flottilles occasionnait un

(1) Beugnot, *Les Assises de Jérusalem*, t. II, pp. 178 et ss.
(2) Schaube, *op. c.*, p. 162.
(3) Tafel und Thomas, *op. c.*, t. II, p. 261.

regain d'activité commerciale, sur les quais mêmes s'organisait une sorte de foire. Mais cette prospérité fut éphémère : les états des Croisés s'émiettèrent bientôt sous les coups du sultan Saladin. A partir du XIIIe siècle, Venise dut réserver toutes ses forces et son activité pour la fondation et la consolidation de l'empire latin de Constantinople ; elle laissa la première place en Syrie aux négociants de Gênes, et ses établissements furent ruinés au cours de la longue et sanglante lutte qu'elle eut à soutenir pour l'empire de la mer contre sa redoutable rivale.

Nous avons vu plus haut comment Venise était parvenue à se rendre maîtresse de la presque totalité du commerce de l'empire d'Orient. Elle pourvoyait aux nécessités comme au luxe des Byzantins ; elle allait chercher en Syrie et en Égypte les soies et les épices, les pierres précieuses, les perles et les parfums ; elle amenait des bords du Pont-Euxin les fourrures, le blé et le sel ; elle faisait venir d'Europe les laines, les armes, les bois de construction.

Cette prospérité commerciale avait enorgueilli les Vénitiens ; ils affectaient, en toute occasion, une grande supériorité à l'égard des Grecs et se rendirent bientôt insupportables par leur morgue et leur insolence. Cette attitude irrita vivement les empereurs et le cours du XIIe siècle fut marqué par une profonde mésintelligence qui dégénéra, à plusieurs reprises, en luttes ouvertes entre Grecs et Vénitiens. Ces incidents n'empêchèrent pas le commerce de Venise de prospérer ; les Grecs ne pouvaient se passer des marchands vénitiens et le nombre de ceux-ci était si considérable que lorsque, en 1171, Manuel Comnène ordonna, dans un accès de colère, de jeter en prison tous les sujets de la Sérénissime République qui se trouvaient dans ses états, on en arrêta dix-mille rien qu'à Constantinople et, dans

tout l'empire, les prisons furent insuffisantes ; on dut les incarcérer dans les couvents et dans les églises (1).

Sous les règnes d'Isaac et d'Alexis l'Ange, les rapports redevinrent cordiaux. A la fin du XIIe siècle, Venise avait des établissements dans tous les ports et dans toutes les villes importantes de l'empire. Elle possédait à Constantinople un immense quartier fortifié, gouverné par des autorités coloniales (consuls et vice-consuls), avec trois quais, réservés exclusivement aux vaisseaux vénitiens.

La quatrième croisade porta à son apogée le commerce de Venise avec Byzance. Sa coopération dans la conquête de l'empire grec lui valut de nombreux et riches territoires, d'accès et d'exploitation faciles, presque tous situés sur la grande voie maritime de Venise à Constantinople (2). Elle jouissait, en outre, d'une franchise absolue de commerce dans tout l'empire latin d'Orient, ses marchands y bénéficiaient de tous les privilèges attachés à l'indigénat et ses vaisseaux trouvaient dans tous les ports, non seulement un accès gratuit, mais même une protection spéciale. Venise était ainsi devenue la maîtresse absolue du commerce de Byzance : ni l'empereur, ni ses barons ne s'occupaient de trafic et un article spécial du pacte fondamental, conclu entre Venise et les princes croisés, interdisait l'accès et le séjour de l'empire à tout citoyen d'un état en guerre avec Saint-Marc. Tout concurrent, Génois ou Pisan, était ainsi écarté et, tant que dura l'empire latin, Venise y jouit d'un monopole incontesté. Son quartier à Constantinople devint une véritable

(1) Heyd, *op. c.*, t. I, pp. 217 et suiv.

(2) Ces territoires comprenaient : l'Épire, l'Acarnanie, l'Étolie ; les Iles Ioniennes ; le Péloponèse ; les îles du sud et de l'ouest de l'Archipel, dont Eubée était la principale ; une série de villes sur la côte européenne de l'Archipel et de la Mer de Marmara ; quelques villes à l'intérieur de la Thrace, dont Andrinople ; enfin, Candie, obtenue par échange avec le marquis de Montferrat.

ville, gouvernée par un podestat et tellement prospère que, à en croire certains auteurs, les Vénitiens songèrent un moment à y transporter la résidence du doge et le centre du gouvernement (1).

La situation prépondérante de Venise à Constantinople lui assurait une grande autorité sur les états voisins. La capitale de l'empire devint le point de départ de nouvelles expéditions, le centre de vastes opérations commerciales.

Les Vénitiens fondèrent de florissantes colonies sur les rives septentrionales du Pont-Euxin; leur établissement de Tana (aujourd'hui Azow), débouché commercial des immenses plaines de la Russie, acquit bientôt une prospérité intense. On y trouvait en abondance du blé, du chanvre d'excellente qualité, du lin, des fourrures, des cuirs, des esclaves. Le sel de Crimée était très estimé et les forêts du Caucase offraient d'inépuisables ressources pour la construction des navires (2). Une grande route commerciale faisait affluer à Tana tous les produits de l'Asie centrale. Ces marchandises traversaient la mer d'Aral et suivaient l'ancien Oxus (Amou-Daria), tributaire à cette époque de la Mer Caspienne; elles remontaient ensuite le Volga, jusqu'à l'endroit où ce fleuve se rapproche de dix-huit milles du Don (l'ancien Tanaïs), et descendaient par ce dernier fleuve jusque dans la Mer d'Azow. Les Vénitiens trouvaient ainsi à Tana, à bien meilleur compte qu'en Syrie, les soies de Chine, le gingembre, le camphre, le musc, la rhubarbe. De hardis négociants, suivant la route frayée par leur grand compatriote, Marco-Polo, pénétraient par la Russie en Asie centrale et en Chine.

Le commerce vénitien trouvait de semblables profits sur la côte méridionale de la Mer Noire. Une seconde

(1) Daru, *op. c.*, t. I, pp. 167-174; Romanin, *op. c.*, t. II, p. 208.
(2) Heyd, *op. c.*, t. II, pp. 181 et ss.

route commerciale amenait les marchandises d'Asie par la Mer Caspienne et le fleuve Koura (l'ancien Cyrus) et les faisait passer, après un trajet par terre de soixante kilomètres à peine, dans l'ancien Phase (aujourd'hui le Rioni) qui se jette dans l'angle sud-est du Pont-Euxin. Des routes de caravanes amenaient également dans les ports méridionaux de la Mer Noire, l'alun d'Asie-Mineure, si précieux pour les teinturiers et les drapiers, les étoffes tissées de Perse et de Mésopotamie. Aussi Venise entretenait-elle des relations suivies avec les princes de cette région, avec les sultans d'Iconium (Seldjoucides), avec les empereurs grecs de Nicée et plus tard avec les empereurs de Trébizonde.

Au sud de l'Asie-Mineure, les Vénitiens trafiquaient avec l'île de Chypre et avec le royaume chrétien de la Petite Arménie, fondé au XIIe siècle, à la faveur de la situation troublée de l'empire grec, et situé au sommet de l'angle formé par les côtes d'Asie-Mineure et de Syrie. Ce petit royaume, dont l'importance commerciale allait augmenter à la chute des principautés latines de Syrie, était en communication directe par le Haut-Euphrate avec le Golfe Persique et l'Océan Indien et son excellent port de Lajazzo recevait, par cette voie, tous les produits de la Perse, de la Mésopotamie et de l'Inde. Ce pays possédait également une industrie très développée et fabriquait, avec le poil des chèvres de Paphlagonie et d'Angora, des tissus très recherchés. Venise noua les relations les plus cordiales avec les souverains de la Petite-Arménie. Elle obtint le droit exclusif d'exporter les produits de l'industrie indigène, fut autorisée à monter des manufactures et fut même chargée de frapper toutes les monnaies arméniennes (1).

L'Égypte était également en relations très suivies

(1) Daru, *op. c.*, t. IV, pp. 94-95.

avec le port de Venise. La Mer Rouge et l'isthme de Suez constituaient la voie la plus courte entre l'Extrême-Orient et l'Europe. Aussi, de tout temps, la terre des Pharaons avait été traversée par un énorme mouvement de transit. Les produits de l'Inde et de l'Afrique, sans compter tous les produits naturels et industriels de l'Égypte même, alimentaient la prospérité des riches ports d'Alexandrie, de Damiette, de Rosette. Les Vénitiens y vendaient le bois et le fer dont l'Égypte est entièrement dépourvue, des draps et des toiles d'Europe (1), des fourrures fines et des esclaves achetés dans leurs colonies du Nord du Pont-Euxin. Ces esclaves formèrent toujours une des branches principales du commerce avec l'Égypte : les belles Géorgiennes et Circassiennes étaient payées très cher pour les harems des grands seigneurs et, à partir du XIIIe siècle, les hommes, des Russes ou Tatares, renommés pour leur vigueur et leur vaillance, étaient incorporés dans l'armée des Mameloucks (2).

Les Croisades n'avaient pas ralenti le trafic avec l'Égypte : Venise avait même, à plusieurs reprises, employé ses bons offices pour détourner de ce pays l'effort des milices du Christ et avait obtenu, en échange de ces services signalés, de grands privilèges commerciaux, de notables réductions de droits de douane et l'autorisation d'établir à Alexandrie deux grands *fondaks* ou entrepôts, où ses négociants pouvaient trafiquer en toute liberté. A la fin du XIIIe siècle, le commerce de Venise avec l'Égypte avait atteint un haut degré de prospérité : les Vénitiens y achetaient du poivre, de la muscade, des clous de girofle, du nard, des bois de teinture et, par delà la Mer Rouge, poussaient jusqu'aux Indes pour acheter

(1) Schaube, *op. c.*, pp. 159-160.
(2) Heyd, *op. c.*, t. II, pp. 555 et 561.

des épices dans le port de Koulam, en plein pays du poivre (1).

Les Croisades avaient donc eu les plus heureuses conséquences au point de vue du développement du trafic et de la richesse de Venise, mais cette prospérité ne s'était pas acquise sans difficultés, ni sans luttes.

Les cités maritimes italiennes, Pise et Gênes, qui jusqu'alors avaient borné leurs opérations commerciales à la partie occidentale de la Méditerranée, s'étaient heurtées à Venise sur les côtes de Syrie et étaient devenues de redoutables rivales. Après avoir écrasé Pise, Gênes s'attaqua résolument à Venise pour lui ravir l'empire de la mer.

De par sa position géographique, le port de Gênes avait quelques avantages sur Venise. Situé en face de la mer libre, il était en communications directes avec la France, l'Espagne, les côtes les plus riches de l'Italie et les états barbaresques ; les navires pouvaient y entrer et en sortir par tous les vents. Tandis que Venise, placée au fond d'un golfe orageux et semé d'écueils, formant un long couloir, était d'un accès difficile ; pour pénétrer dans son port, il fallait attendre certains vents nécessairement défavorables aux vaisseaux qui voulaient en sortir. Mais ces désavantages mêmes assuraient à Venise une sécurité plus grande ; elle occupait tous les ports de cette mer dangereuse et était par conséquent moins accessible que sa rivale. Sur terre, par contre, la situation de Venise était plus avantageuse ; au lieu d'être, comme Gênes, séparée du reste de l'Italie par une chaîne de montagnes, elle se trouvait au seuil d'une des plus riches plaines du monde et à l'embouchure de fleuves qui la mettaient en communication facile avec le centre de l'Europe.

La rivalité des deux grands ports dura près de trois

(1) Heyd, *op. c.*, t. II, p. 149.

siècles. La chute de l'empire latin d'Orient, en 1261, fut un désastre pour le commerce vénitien. Les Génois, alliés de Michel Paléologue, s'étaient assuré de nombreux avantages ; ils détruisirent le quartier vénitien de Constantinople et parvinrent à centraliser dans leur colonie de Caffa, en Crimée, tout le commerce de la Mer Noire. Heureusement pour Venise, les empereurs grecs ne voulurent pas que les Génois devinssent trop puissants et, dès 1285, Andronic II fit la paix avec Saint-Marc et rendit aux Vénitiens quelques-uns de leurs anciens privilèges. Grâce à la vaillance de ses marins, Venise avait pu défendre ses possessions dans la Grèce proprement dite et dans les îles de l'Archipel.

Huit guerres n'éteignirent pas la haine entre les deux puissances maritimes. Venise courut de grands dangers, elle vit même, en 1379, les galères victorieuses de l'amiral génois, Doria, pénétrer dans la grande lagune et ne fut sauvée que par la défense énergique de toute sa population. Mais elle finit par triompher de sa rivale, affaiblie par les vices et l'instabilité de son gouvernement et, tandis que Gênes, épuisée et déchirée par les factions, se donnait en 1396 au roi de France, Venise reconquérait, pour un siècle encore, l'hégémonie commerciale dans la Méditerranée.

Dans l'intervalle entre la chute de Gênes et l'avènement des nouvelles puissances maritimes, le port de Venise détint, à peu de chose près, le monopole du commerce entre l'Europe et l'Orient et devint le plus grand entrepôt du monde.

Maîtresse incontestée de l'Adriatique, Venise possédait toutes les côtes, depuis l'embouchure du Pô jusqu'à Corfou. Sans y comprendre Candie, Négrepont, la Morée, plusieurs îles de l'Archipel et ses colonies d'Orient, la République régnait sur un territoire de deux mille lieues carrées, peuplé de plus de deux mil-

lions d'âmes. Venise même avait cent quatre-vingt-dix mille habitants (1).

Au début du xve siècle, sa flotte de commerce comptait plus de trois mille vaisseaux, montés par trente-six mille matelots. Soixante-cinq galères et onze mille hommes de troupes régulières assuraient dans toutes les mers la sécurité commerciale.

Venise exportait annuellement pour dix millions de ducats d'or de marchandises, qui produisaient un bénéfice de quatre millions (2). La moitié de ce bénéfice payait le fret, l'autre moitié constituait le profit net des négociants (3).

Aussi la fortune publique et les fortunes particulières augmentaient-elles rapidement. Les revenus nets de l'État se montaient, vers 1415, à plus d'un million de ducats d'or. En moins de dix ans, le trésor était parvenu à éteindre une dette de quatre millions de ducats d'or (soixante-dix millions de francs), en même temps qu'il prêtait cent soixante mille ducats au marquis de Ferrare.

Il y avait à Venise un millier de nobles possédant de quatre à soixante-dix mille ducats de rentes.

L'activité de l'atelier monétaire de Venise constituait également un signe évident de prospérité. Chaque année, soit par le monnayage des lingots, soit par la conversion en monnaie nationale des espèces étrangères qui restaient dans le pays après la compensation de toutes marchandises importées et exportées, cet atelier frappait un million de ducats d'or, deux cent

(1) Romanin, *op. c.*, t. IV, p. 468.

(2) Il y avait à Venise trois monnaies qui portaient le nom de ducat : le ducat d'or, qui valait à peu près dix-sept francs de notre monnaie ; le ducat d'argent ou ducat effectif, divisé en huit livres et valant de quatre francs à quatre francs cinquante ; enfin le ducat courant ou ducat de compte, dont la valeur oscillait entre trois francs cinquante et quatre francs. Il ne s'agit ici que de la valeur nominale de ces monnaies ; pour établir leur valeur relative il faudrait multiplier par trois, au moins.

(3) Daru, *op. c.*, t. II, p. 209.

mille ducats d'argent, huit cent mille sous. Le numéraire de la République s'accroissait ainsi chaque année de dix-huit millions de notre monnaie.

Sœur du commerce, l'industrie jouissait également d'une remarquable prospérité. Les Vénitiens avaient compris tout l'avantage qu'il y avait à fabriquer eux-mêmes, au lieu de les acheter à l'étranger, la plupart des articles manufacturés qu'ils vendaient aux autres peuples, se réservant ainsi tout le bénéfice de la main-d'œuvre. Le même esprit commercial bien entendu les poussa à perfectionner leurs procédés de fabrication de façon à éclipser leurs concurrents sur les marchés étrangers et à les battre sur le terrain industriel comme ils les battaient déjà sur le terrain commercial.

Le tissage de la soie, introduit à Venise par des ouvriers grecs et lucquois, rapportait, dès le milieu du XIVe siècle, un bénéfice annuel de cinq cent mille ducats. Les draps, fabriqués avec d'excellentes laines d'Espagne et d'Angleterre, admises en franchise dans le port de Venise, étaient très recherchés dans tout le Levant pour leur solidité et leur élégance. Avec le lin de Lombardie, de Russie et d'Égypte, les Vénitiens fabriquaient des toiles fines et, depuis le XIVe siècle, de nombreuses filatures fournissaient le marché européen, comme le marché asiatique, de tissus de coton. Les dentelles de Venise et ses tissus précieux de fils d'or et d'argent étaient universellement réputés. Les Vénitiens excellaient également dans l'art de la teinture, dans la préparation des cuirs : ils s'étaient fait une spécialité de cuirs dorés, qui leur rapportait un million de ducats par an. Ils fournissaient tout l'Orient d'armes et d'outils. Le monde entier était tributaire de leurs préparations pharmaceutiques et de leurs industries chimiques. Ils possédaient un procédé pour la préparation du borax tiré de Chine et d'Égypte et si utilisé, à cette époque, pour faciliter la fonte des métaux. Ils

approvisionnaient de bougies Rome et l'Espagne, et excellaient dans la fabrication des savons et des articles de parfumerie ; leurs raffineries fournissaient du sucre à l'Europe entière. Mais l'industrie vénitienne par excellence restait celle de la verrerie dont ils avaient enlevé aux Grecs tous les secrets ; les glaces, les cristaux et les verres de Murano acquirent bientôt une réputation universelle et devinrent une des branches principales du commerce d'exportation.

Cette activité industrielle permettait à Venise d'entrer en relations avec tout le monde civilisé et d'échanger contre les produits de ses manufactures des matières premières ou des « demi-fabricats », qu'elle transformait à leur tour pour les revendre réalisant ainsi des bénéfices continuels dans toutes les phases de son activité commerciale.

Les habitants de la riche plaine de l'Italie du Nord étaient, par leur situation même, les premiers clients du port de Venise. Un document de grande valeur nous donne des renseignements précis sur l'importance de ce trafic. En 1421, les Florentins ayant proposé à la République d'entrer dans une ligue contre le duc de Milan Philippe-Marie Visconti, le doge Thomas Mocenigo, pour dissuader ses compatriotes d'entrer en lutte avec leur puissant voisin, exposa au Grand-Conseil les profits que le commerce de Venise retirait annuellement de la Lombardie.

A en croire cet exposé — reproduit d'après le manuscrit original de Mocenigo par le chroniqueur M. Sanuto qui écrivait une cinquantaine d'années plus tard (1) — les Vénitiens vendaient annuellement aux Lombards quatre-vingt-quatorze mille pièces de drap, représen-

(1) « Copia tratta dal libro dell' Ill. Messer Tomaso Mocenigo, doge di Venezia, d'alcuni arringhi fatti per dar risposta agli ambasciatori de' Fiorentini (Sanuto, *Vite de' duchi di Venezia*, in fine della Vita di Tomaso Mocenigo). »

tant une valeur de neuf cent mille ducats. Ils leur vendaient pour cent mille ducats de toiles, pour deux cent cinquante mille ducats de coton, pour trente mille ducats de fil, pour deux cent quarante mille ducats de laines de Catalogne et de France, pour deux cent cinquante mille ducats d'étoffes d'or et de soie, pour cinq cent vingt-neuf mille ducats d'épiceries et de sucre, pour deux cent cinquante mille ducats de savon, pour cent vingt mille ducats de bois de teinture, pour quatre-vingt mille ducats de produits divers, pour trente mille ducats d'esclaves. Soit un total de 2 779 000 ducats. Les droits d'entrée et de sortie, rien que sur les draps, rapportaient deux cent mille ducats au trésor. Mocenigo ne faisait pas entrer en ligne de compte le produit très important de la vente du sel, que l'on peut évaluer à un million de ducats (1), ni le bénéfice réalisé par les Vénitiens en revendant à d'autres nations les produits qu'ils achetaient en Lombardie, et le doge terminait en rappelant « combien de vaisseaux le mouvement de toutes ces marchandises entretient en activité, soit pour les porter en Lombardie, soit pour aller les chercher en Syrie, dans la Romanie, en Catalogne, en Flandre, en Chypre, en Sicile, sur tous les points du monde. Venise gagne de deux à trois pour cent sur le fret. Combien de gens vivent de ce mouvement : courtiers, ouvriers, matelots, des milliers de familles, et enfin les marchands dont le bénéfice ne s'élève pas à moins de six cent mille ducats. »

Le commerce de Venise avec ses possessions de terre ferme n'était pas à dédaigner non plus. La métropole vendait annuellement à ces provinces plus de sept cents pièces, rien que de drap d'or et d'argent, et pour plus de cent mille ducats d'épices.

(1) Cte J. Filiasi, *Ricerche storico-critiche sull' opportunità della laguna veneta pel commercio, sull' arti e sulla marina di questo Stato.* Venezia, 1803, p. 70.

Vers la même époque, le trafic avec Florence rapportait annuellement plus de quatre cent mille ducats.

Le commerce du port de Venise avec l'Europe occidentale avait aussi atteint son apogée à la fin du XIVe siècle.

Nous avons vu que, dès les temps de la féodalité, les marchands vénitiens passaient les Alpes et visitaient les principaux marchés de la France. Les croisades, en mettant en contact plus intime les nations du nord et du midi de l'Europe, avaient encore développé ce trafic. Les Vénitiens fréquentaient assidûment les grandes foires du midi de la France, Nîmes, Beaucaire, Montpellier et Narbonne et les célèbres foires de Champagne, Troyes, Provins, Bar-sur-Aube et Lagny. Ils y vendaient principalement des épices, dont le poivre et le gingembre étaient les plus demandées, du sucre, de l'alun, des bois de teinture, de riches étoffes de brocart et de soie, des fils d'or et d'argent, des taffetas de Syrie, de la cire, du safran, si recherché par les enlumineurs. Ils y achetaient les draps et les toiles réputés de la Flandre et du nord de la France, pays où les matières premières abondaient et où les laines d'Angleterre pénétraient facilement (1).

A la décadence de ces foires au XIIIe siècle, le centre du négoce vénitien dans le Nord était passé en Flandre.

Les Pays-Bas étaient tout naturellement désignés par leur situation géographique pour devenir le marché intermédiaire entre les peuples du Nord et du Midi. Pourvus d'excellents ports, reliés à l'Allemagne et aux pays scandinaves par des voies de communication maritimes ou fluviales, ils offraient aux étrangers une large et généreuse hospitalité.

Dès 1127, des marchands vénitiens étaient signalés à la foire d'Ypres (2), et, en 1147, une flotte de deux

(1) Schaube, *op. c.*, pp. 383-384.
(2) Schaube, *op. c.*, p. 417.

cents vaisseaux flamands, brabançons et hollandais, après avoir aidé le roi Alphonse de Portugal à conquérir Lisbonne sur les Maures, avait pénétré dans la Méditerranée, annonçant l'entrée en scène d'une nouvelle puissance maritime (1).

Ce n'était pas une concurrente mais une alliée commerciale qu'avait trouvée Venise. Ses relations avec la Flandre furent toujours empreintes de la plus parfaite cordialité. Le port de Bruges remplissait dans la Mer du Nord la même fonction économique que le port de Venise exerçait dans la Méditerranée. Il centralisait tout le commerce des pays septentrionaux, comme Venise centralisait le commerce de l'Orient. Les Vénitiens y rencontraient les marchands de la fameuse ligue hanséatique et ceux de la hanse flamande ou hanse de Londres.

Venise avait conclu des traités avec Bruges, Anvers et l'Écluse et, entre 1313 et 1317, le gouvernement vénitien avait organisé un service annuel de navigation vers la Flandre. En 1318, une flotte de cinq grosses galères chargées d'épices avait paru à la foire d'Anvers ; en 1319, une escadre quittait Venise pour la Flandre emportant, entre autres marchandises, cent mille livres de sucre et dix mille livres de sucre candi (2). A partir de 1332, Bruges fut choisie comme entrepôt des marchandises vénitiennes (3) et, en 1347, un consulat y était installé (4).

(1) Pinchart, *Essai sur les relations commerciales des Belges avec le Nord de l'Italie et particulièrement avec les Vénitiens*, p. 11.

(2) C. Marin, *Storia civile e politica del commercio de' Veneziani*. Venezia, 1800, t. V, livr. III, chap. 2.

(3) *Istruzioni per le galee di Fiandra* (1332 et 1333) dans Romanin, *op. c.*, III, pp. 376 et 378.

(4) Les publications de M. Gilliodts-Van Severen : *Inventaire des Archives de la ville de Bruges* et *Cartulaire de l'ancienne estaple de Bruges* donnent des renseignements très intéressants sur le commerce de la Flandre avec Venise. Voir aussi sur cette question l'article de M. Émile Van den Bussche :

En échange des marchandises de l'Orient, principalement des épices, et des riches produits de son industrie, Venise achetait à Bruges des matières premières ou des produits mi-ouvrés, destinés à alimenter ses manufactures, des laines fines, des minerais, surtout de fer et de cuivre, des cuirs bruts, des draps non teints. Elle achetait aussi des toiles, des tapisseries, des armes, des dinanderies, des instruments et des ustensiles de tout genre (1). Au cours de leur long voyage qui durait près d'une année entière, les galères de Flandre faisaient escale à Majorque, à Alicante, à Malaga, à Cadix, à Lisbonne, à Southampton ou à Londres, complétant ainsi leur chargement avec tous les produits de l'Espagne et de l'Angleterre (2). Les galères de Flandre assuraient également le trafic de Venise avec l'Allemagne du Nord, par l'intermédiaire des marchands de la Hanse qu'elles rencontraient à Bruges.

Quant au commerce avec l'Allemagne du Sud et l'Autriche, il se faisait par voie de terre. Pour empêcher ses provinces de terre ferme d'établir des relations directes avec les pays voisins, Venise avait dérogé à la maxime fondamentale qui conseille, dans le commerce comme dans la guerre, de ne pas attendre l'étranger chez soi. Elle obligeait les négociants allemands à venir, à Venise même, se livrer à leur trafic, et mettait à leur disposition un vaste entrepôt, avec des logements spacieux, le *fondaco dei Tedeschi*, monument splendide, décoré de fresques du Giorgione et du Titien. Les marchands de Ratisbonne, d'Augsbourg, d'Ulm, de Constance, de Vienne et surtout de Nüremberg y affluaient. Par l'Adige et la route du

Bruges et Venise dans *La Flandre*, t. XIV, pp. 357-368, et l'étude de M. G. Eeckhout sur *Bruges au moyen âge* dans la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, 20 juillet 1906, p. 110.

(1) Pinchart, *op. c.*, pp. 18-19.

(2) Heyd, *op. c.*, t. II, pp. 525-527.

Brenner, ils approvisionnaient toute l'Allemagne du Sud et l'Autriche des denrées du Levant et des produits de l'industrie vénitienne (1).

Le commerce de Venise avec les pays barbaresques était également très développé. Ces contrées jouissaient encore d'une grande prospérité; Mogador, Tanger, Oran et Tunis étaient le siège de foires célèbres, où affluaient tous les produits de l'Afrique : les Vénitiens avaient établi des comptoirs dans ces différents ports et envoyaient des caravanes dans l'intérieur du continent noir chercher de l'ivoire, des esclaves, de la poudre d'or.

Sur la route d'Afrique se trouvait la Sicile, où Venise possédait de grands privilèges commerciaux et où elle achetait de l'huile, du sucre et du soufre. De même, les galères vénitiennes après avoir visité le port, déjà riche, de Barcelone, où elles prenaient des laines et des soies écrues, longeaient les côtes de Provence en remontant le Rhône jusqu'à Lyon. Le commerce avec la France portait surtout sur les étoffes de luxe et sur les épices. Les Vénitiens possédaient un véritable monopole de ce dernier article et, en dépit des réclamations et des doléances des marchands indigènes, le roi Louis XI signa, en 1478, un nouveau traité qui ouvrait, sans réserve, toute la France aux importations de la Sérénissime République (2).

Le commerce de l'Orient si développé au cours des croisades n'était pas moins prospère, au début du xve siècle, que celui de l'Occident.

Un service régulier, organisé par l'État, reliait Venise aux différents ports de la Mer Noire et chaque année une flotte quittait Venise pour ces parages lointains. A son entrée dans l'Archipel, cette flotte se par-

(1) Heyd, *op. c.*, t. II, pp. 731 et suiv.
(2) Heyd, *op. c.*, t. II, pp. 713 et suiv.

tageait en trois divisions. La première avait pour but d'exploiter commercialement l'empire grec, où, depuis sa victoire sur les Génois, Venise avait repris une situation prépondérante. Cette escadre longeait les côtes du Péloponèse et de la Thrace et allait acheter sur les bords du Danube les immenses quantités de blé nécessaires à la subsistance de Constantinople.

Une seconde division visitait les ports de la côte orientale de l'Archipel, Smyrne, Éphèse (Altoluogo) et le littoral méridional du Pont-Euxin, où, comme nous l'avons vu, les produits de l'Asie centrale débouchaient par le Phase, non loin des ports de Trébizonde et de Sinope, où Venise possédait des consulats.

Enfin la troisième division allait aux bouches du Don, au riche comptoir de Tana (Azow) chercher les marchandises venues d'Asie par le Volga et le Don, le poisson très abondant dans ces mers, les divers objets et les esclaves que venaient vendre les caravanes russes et tatares.

Les progrès des Turcs dans l'Asie-Mineure, la chute de la Petite-Arménie et les conquêtes de Tamerlan dans le bassin de la Caspienne rendirent au XVe siècle une grande importance au commerce de la Syrie, devenue l'unique débouché des caravanes de l'Asie centrale et de la Mésopotamie. Tyr et Saint-Jean d'Acre ayant été complètement ruinées au cours des luttes entre Venise et Gênes et entre chrétiens et musulmans; Damas et Beyrouth étaient devenues les principaux centres industriels et commerciaux de cette contrée. Le gouvernement vénitien organisa un service régulier de navigation vers la Syrie. Deux fois par an, une escadre de quatre ou cinq grosses galères quittait Venise, touchait à Alexandrette, port d'Alep, où les Vénitiens possédaient un comptoir important, et allait ensuite faire son principal chargement à Beyrouth, port de Damas, où les Vénitiens pouvaient trafiquer en

franchise et où ils trouvaient toujours de grands approvisionnements d'épices. Au retour, les galères de Syrie s'arrêtaient dans les ports de la riche île de Chypre, où elles chargeaient du sucre, du sel, de l'excellent vin, du coton, de l'indigo, des tissus très recherchés, des brocarts et des soieries.

En dehors de ce service régulier, le mouvement de navigation vers la Syrie était intense. Venise se chargeait du transport des nombreux pèlerins se rendant aux Lieux-Saints et établissait pour les protéger des consulats à Jaffa et à Jérusalem.

Le commerce de l'Égypte n'avait jamais cessé d'être prospère. De nombreux traités que la Sérénissime République ne se faisait pas scrupule de sanctionner « au nom du Seigneur et de Mahomet », garantissaient au commerce vénitien presqu'un monopole. L'importance de l'Égypte au point de vue économique était telle que, à plusieurs reprises, Venise songea à faire la conquête de ce pays, ce qui l'eût rendue maîtresse incontestée de tout le commerce de l'Orient en lui ouvrant la route la plus courte, la plus économique et la plus sûre vers l'Inde et en la mettant en communication directe avec l'Arabie et avec l'Afrique (1).

Comme nous l'avons vu plus haut, Venise possédait déjà deux grands entrepôts et un consulat à Alexandrie. Au XVe siècle, elle organisa un service régulier de navigation vers l'Égypte. Deux fois par an, une flottille de quatre à six galères cinglait vers Alexandrie et rapportait à chaque voyage pour plus d'un million de ducats d'épices, surtout de poivre (2). Elle rapportait aussi du sucre, des fruits, du lin, du coton, de l'ivoire, de la poudre d'or, des perles et des pierres précieuses, et donnait en échange du bois, des métaux, de l'huile, du miel et de la cire, des fruits secs, des draps et des

(1) C^t J. Filiasi, *op. c.*, pp. 45-46.
(2) Heyd, *op. c.*, t. II, p. 453.

toiles, des fourrures fines, des faucons de chasse et des esclaves.

Nous avons déjà à maintes reprises parlé de ce honteux trafic des esclaves que vainement les papes s'étaient efforcés d'empêcher en promulguant les peines les plus sévères (1). Rien ne parvenait à vaincre la cupidité des négociants vénitiens et une loi dut même leur interdire de mutiler les esclaves pour augmenter leur valeur sur les marchés du Levant. A Venise même il y avait beaucoup d'esclaves des deux sexes : dès 1368, ils formaient une tourbe querelleuse et indisciplinée qui constituait un véritable danger pour le repos de la ville ; à la fin du xve siècle, il y avait à Venise plus de trois mille esclaves originaires du nord de l'Afrique et de Tatarie, sans compter les Slaves beaucoup plus nombreux (2). A l'exemple des musulmans, les riches Vénitiens achetaient pour servir à leurs plaisirs de belles esclaves géorgiennes ou circassiennes. Ces mœurs trouvèrent en elles-mêmes leur châtiment ; au contact de ces influences orientales, la race s'amollit, perdit de son endurance, de son amour du travail, et la décadence morale préluda ainsi à la décadence économique de Venise.

Mais pour les Vénitiens des débuts du xve siècle les symptômes de décadence ne se faisaient pas encore sentir, le grand port de l'Adriatique vivait son âge d'or.

Maîtresse de la mer et d'un riche empire colonial exploité à son unique profit, Venise s'intitulait fièrement la « dominante ». Le commerce de ses colonies se faisait uniquement pour elle et par elle et aboutissait dans son port même comme, dans le corps humain,

(1) Bulles de Jean XXII et de Martin V (BULL. ROM. IV, pp. 718 et suiv. et pp. 720 et suiv.).

(2) Cibrario, *Della schiavitù e del servaggio*. t. I, pp. 203 et suiv., 227 et suiv., 464, etc. ; Lazari, *Del traffico e delle condizioni degli schiavi in Venezia nei tempi di Mezzo* dans les *Miscellanea di Storia Italiana*, t. I, p. 469.

le sang reflue au cœur pour en repartir avec une vigueur nouvelle. Toutes les forces de la République, toutes les classes de ses citoyens tournaient leur activité vers le commerce. Les jeunes nobles étaient obligés de faire quelques voyages sur les vaisseaux marchands et, lorsqu'ils étaient pauvres, on les y recevait gratuitement en leur donnant même les moyens de se faire une pacotille (1).

La marine de l'État participait également à la navigation commerciale. Nous avons vu que le gouvernement avait organisé des services réguliers de navigation vers les principaux ports d'Orient et d'Occident ; des escadres de quatre ou six grosses galères, de mille à deux mille tonneaux, portant chacune une cargaison évaluée à cent mille ducats d'or, visitaient la Flandre, la Syrie, la Mer Noire et l'Égypte. Cette méthode n'avait pas pour but d'assurer le monopole commercial du gouvernement, car ces galères ne trafiquaient pas pour le compte de l'État ; on les louait, chacune séparément, pour chaque voyage, à des particuliers. Le prix modéré de cette location écartait toute préoccupation fiscale et donnait des moyens de commerce aux marchands vénitiens qui n'étaient pas à même d'armer des vaisseaux pour leur propre compte.

C'est ainsi que, grâce à l'énergie et à l'activité de ses citoyens, grâce à une sage législation commerciale, grâce aux précautions prises pour assurer le crédit par l'excellence du système monétaire et l'organisation de sa banque d'État, grâce aux sacrifices consentis pour garantir la sécurité du commerce par la protection d'une puissante marine de guerre, grâce aussi à la probité et à l'esprit éminemment pratique de ses commerçants, Venise put remplir pleinement la fonction économique d'intermédiaire entre l'Europe et le Levant, à laquelle sa position géographique l'avait prédestinée.

(1) Daru, *op. c.*, t. IV, p. 102.

Venise n'allait pas garder longtemps la situation unique qu'elle avait mis dix siècles à conquérir. Depuis les Croisades, tous les peuples européens s'étaient éveillés au commerce et à l'industrie ; il allait arriver un moment où ils cesseraient de se pourvoir à Venise de ce qu'ils pouvaient se procurer eux-mêmes, et où ils entreraient même en concurrence avec elle sur tous les marchés. Venise avait pu triompher de ce péril, lorsqu'il ne s'était agi que de petites républiques maritimes, semblables à elle-même, mais ne pouvait songer à lutter contre les grandes puissances continentales. Un autre péril menaçait la prospérité de Venise : les Turcs, dernière et terrible vague de l'Islam, menaçaient de balayer le fragile empire grec et tous les établissements vénitiens du Levant.

C'est précisément à ce moment, lorsqu'elle avait besoin de toutes ses ressources pour défendre son commerce, que Venise commit la faute de s'engager dans une série de guerres continentales qui lui coûtèrent des sommes énormes, sans lui rapporter des profits équivalents, et l'obligèrent à détourner momentanément ses préoccupations de la maîtrise de la mer (1). A côté de la France, de l'Espagne et de l'Allemagne, Venise devait forcément rester une puissance territoriale de second ordre, tandis que si elle avait consacré toutes ses forces soit, comme nous l'avons dit, à la conquête de l'Égypte, soit à la défense de ses colonies, elle aurait pu conserver longtemps encore le monopole du commerce de l'Orient.

Un premier désastre fut subi par les Vénitiens dans

(1) Machiavel fait ressortir cette faute de la politique vénitienne lorsqu'il dit dans son *Asino d'Oro*, cap. 5 :

« San Marco..
Non vidde come la potenza troppa
Era nociva, e come il me' sarebbe
Tener sott' acqua la coda e la groppa ».

leurs colonies de la Mer Noire. Déjà en 1385, Tamerlan avait pris et saccagé le riche comptoir de Tana ; Venise l'avait relevé de ses ruines, mais cet établissement restait exposé aux attaques continuelles des Khans tatares ; en 1418, il était de nouveau saccagé et ce désastre occasionnait une perte de deux cent mille ducats au commerce vénitien. La prospérité ne revint plus ; les incursions continuelles des Tatares et les travaux qu'ils firent pour détourner le cours de l'Oxus supprimèrent à tout jamais le passage des marchandises de l'Asie centrale par la Caspienne.

La conquête de l'empire grec par les Turcs fut un second désastre pour le commerce de Venise. La République avait cependant noué de bonnes relations avec les premiers sultans ottomans et avait même profité des coups qu'ils portaient à l'empire grec, pour s'étendre dans l'Archipel et dans la Grèce continentale. Mais ces progrès avaient excité la jalousie des Osmanlis. Ceux-ci, après s'être créé une puissante flotte de guerre, avaient infligé de nombreuses vexations au commerce vénitien. La prise de Constantinople, en 1453, fut désastreuse pour Venise, son quartier fut saccagé, son baile décapité, plus de cinq cents de ses citoyens réduits en captivité ; le dommage matériel était évalué à plus de trois cent mille ducats (1).

Il est vrai que, dès l'année suivante, Mahomet II signait un traité qui permettait aux Vénitiens de rouvrir leurs établissements commerciaux, à condition de libérer tous les esclaves musulmans et de ne plus acheter et vendre que des chrétiens (2). Mais, dans la pratique, ces conventions avec l'infidèle donnaient peu de fruits : les Turcs étaient encore loin de la civilisation raffinée des Grecs, les négociants européens étaient

(1) Romanin, *op. c.*, t. IV, p. 300.
(2) Heyd, *op. c.*, t. II, pp. 316-317.

exposés aux emportements et aux brutalités des sultans, aux violations les plus flagrantes du droit des gens. Il n'était plus possible d'obtenir des privilèges semblables à ceux que Venise arrachait jadis à la faiblesse des Grecs. Le commerce était entravé par de nouvelles barrières, par de nouvelles taxes. La franchise dont avaient joui les marchandises vénitiennes sous les empereurs grecs était irrémédiablement perdue. En outre, les Turcs, peuple grossier, toujours en guerre, n'offraient aux affaires qu'un champ nécessairement restreint et leur humeur conquérante, leur ambition inlassable constituaient une menace permanente pour les possessions vénitiennes.

Malgré la condescendance et la prudence de son gouvernement qui refusa, de crainte de compromettre ses intérêts commerciaux, de prendre part aux croisades prêchées par les papes Calixte III et Pie II, Venise se vit, maintes fois, contrainte à la guerre par les violences des Turcs et perdit l'une après l'autre toutes ses colonies de la Grèce et de l'Archipel.

Le commerce avec l'Égypte rencontra également de graves difficultés. Les sultans de ce pays tentèrent à diverses reprises de concentrer tout le trafic entre leurs mains, en monopolisant la fabrication et la vente du sucre et le commerce du poivre, et en expulsant des ports d'Égypte et de Syrie tous les marchands vénitiens, ce qui occasionna à ces derniers une perte de deux cent trente-cinq mille ducats (1). Venise était cependant parvenue à rétablir ses anciens privilèges et à rendre à ses établissements leur ancienne prospérité, lorsque survint la catastrophe finale : en 1498, le Portugais Vasco de Gama découvrait la route des Indes par le cap de Bonne-Espérance.

La première nouvelle de l'apparition des Portugais

(1) Sanuto, *op. c.*, *Vita di F. Foscari.*

à Calicut était arrivée à Venise, dès le courant d'août 1499, par son consul d'Alexandrie (1). La République, fort inquiète, sentant que la branche la plus importante de son commerce allait lui échapper, chargea son ambassadeur près la cour d'Espagne, Dominique Pisani, de se rendre à Lisbonne pour se renseigner sur les entreprises des Portugais dans l'Inde. L'ambassadeur ne put qu'annoncer, en 1501, le retour d'une flotte considérable, conduite par Cabral et chargée des plus riches produits de l'Orient, et transmettre, en même temps, l'invitation adressée par le roi Emmanuel aux marchands vénitiens de chercher à Lisbonne les épices que l'on ne trouverait bientôt plus en Égypte (2).

Vainement Venise essaya-t-elle de susciter des difficultés aux Portugais, vainement tenta-t-elle d'exciter contre eux le sultan d'Égypte, en lui montrant la ruine de son pays qui allait cesser d'être l'entrepôt du trafic entre l'Asie et l'Europe (3), vainement s'efforça-t-elle d'entrer en négociations avec la cour de Lisbonne pour obtenir de pouvoir partager les bénéfices du commerce des Indes. La République ne pouvait lutter : la faculté d'acheter, de première main, les épices dans les pays de production assurait aux Portugais une avance trop considérable. Il ne resta à Venise que la ressource d'admettre en franchise toutes les épices venues par la voie d'Égypte et de Syrie et de frapper de droits prohibitifs celles qui venaient du Portugal. Mais ce dernier moyen resta illusoire ; les résultats de la découverte des Portugais ne tardèrent pas à se faire sentir : en 1498, il y avait dans les ports d'Orient de tels approvisionnements d'épices, que les marchands vénitiens avaient manqué d'argent pour acheter tout ce qu'on leur avait offert ; en 1502, les galères de Beyrouth ne

(1) Priuli, *Diarii*, dans l'*Archivio Veneto*, t. XXII, 1re partie, p. 155.
(2) Sanuto, *Diarii*, t. IV, p. 1597.
(3) Daru, *op. c.*, t. IV, pp. 104-105.

rapportèrent que quatre balles de poivre; l'année suivante, elles revinrent vides.

Cette pénurie d'épices eut pour résultat un renchérissement formidable sur la place de Venise : la charge de poivre qui se payait soixante-quinze ducats en 1501, en valait cent en 1502. Les Allemands, principaux clients de Venise, abandonnèrent la place pour porter leur clientèle aux marchés où l'on trouvait à meilleur compte les épices importées par les Portugais.

La fière République dut finalement se résigner, avouer sa déchéance et, dès 1514, entrer en négociations avec les Portugais pour leur acheter les épices dont elle avait besoin pour sa propre consommation.

Pour comble de disgrâce, Charles-Quint, maître de l'Allemagne, des Pays-Bas et des trois quarts de l'Italie, usant vis-à-vis de Venise des mesures prohibitives dont elle usait elle-même envers le commerce étranger, porta à vingt pour cent les droits d'entrée et de sortie sur les marchandises vénitiennes dans toute l'étendue de ses états. Il voulut même contraindre les Vénitiens, sous menace de leur fermer tous les ports de son vaste empire, à porter dans la ville d'Oran toutes les marchandises qu'ils voulaient vendre aux Barbaresques. L'empereur voulait faire de ce port, qu'il venait de conquérir, l'entrepôt général du commerce de l'Afrique du Nord. Venise refusa de céder à ses exigences et soutint contre Charles-Quint et contre Philippe II une lutte commerciale qui fit un tort immense à son trafic (1).

La conquête de la Syrie et de l'Égypte par les Osmanlis, en 1516-1517, porta un dernier coup au commerce de Venise dans ces contrées, commerce déjà si réduit par les découvertes des Portugais. Le sultan Sélim contraignit les plus riches marchands du Caire à se fixer à Constantinople et décréta que la soie de

(1) Sandi, *Storia civile...*, lib. X, cap. 13 et Daru, *op. c.*, t. IV, p. 113.

Perse, qui passait jadis par la Syrie, serait dorénavant dirigée sur le Bosphore. Allant plus loin encore, Soliman prétendit, en 1530, centraliser à Constantinople toutes les marchandises de l'Asie. Ainsi le riche marché de l'Égypte et de la Syrie perdit peu à peu toute son importance, et Venise se vit réduite à trafiquer uniquement avec l'empire ottoman.

Les Turcs, auxquels le contact avec les Grecs vaincus avait donné des goûts de luxe, étaient presqu'entièrement dépourvus de génie commercial et industriel et ne possédaient qu'une organisation financière très rudimentaire. Dans ces conditions ils ne pouvaient se passer entièrement du concours de leurs voisins plus civilisés et, dans l'intervalle des guerres, les marchands de Venise purent recommencer à exploiter l'empire turc comme jadis ils avaient exploité l'empire grec.

Déjà, en 1479, Mahomet II avait permis aux Vénitiens de trafiquer dans ses états moyennant un tribut annuel et il leur avait même concédé la ferme de l'alun en Phocée, des mines de cuivre, de la manufacture de savon, des ateliers de la monnaie et même des douanes. Pendant quelques années les Vénitiens avaient été, en quelque sorte, les fermiers généraux de l'empire turc (1). Mais pour les raisons que nous énumérions plus haut, ces bonnes relations ne furent jamais de longue durée. Les possessions des Vénitiens était trop tentantes pour l'ambition et la cupidité des Ottomans, la guerre se rallumait périodiquement ; aussi, faute de stabilité, le commerce périclita, la colonie vénitienne de Constantinople décrut et Venise perdit ainsi, peu à peu, son dernier marché (2).

Chacune de ces guerres coûtait à la République une de ses dernières colonies : en 1571, elle perdait Chypre ;

(1) Heyd, *op. c.*, t. II, p. 328.

(2) *Relations de la République de Venise et de la Turquie*, dans le JOURNAL ASIATIQUE, 1876, nov.-déc., pp. 381 et suiv.

en 1669, elle devait abandonner Candie. Ces guerres amenaient également pour Venise la perte de ses privilèges commerciaux, les Levantins prirent l'habitude de trafiquer avec d'autres nations ; avec les Florentins d'abord, dont la puissance ne portait pas ombrage à la Turquie, puis avec les Français, les Hollandais et les Anglais.

Ainsi la décadence, lente à se faire sentir au XVIe siècle, sous les apparences trompeuses données par la splendeur des arts et l'abondance des richesses accumulées, se précipita au XVIIe et fut complète au XVIIIe siècle.

D'autres causes consommèrent le désastre : malgré des travaux considérables, les Vénitiens ne parvenaient plus à entretenir à une profondeur convenable les passes qui reliaient les lagunes à la haute mer ; un ensablement progressif ne permit plus le passage que des vaisseaux de médiocre grandeur. Alors que partout le tonnage des navires ne faisait que croître, les Vénitiens furent forcés de construire des bâtiments d'un type inférieur à ceux de leurs rivaux et le trafic de l'Adriatique déserta Venise au profit de Trieste et d'Ancône.

L'industrie qui eût pu, semblait-il, assurer au port de Venise un trafic d'exportation était en pleine et irrémédiable décadence : une législation, prohibitive à outrance, en avait entièrement paralysé le développement.

Les Vénitiens, grisés par les premiers succès de leurs manufactures, s'étaient persuadé qu'ils détenaient réellement des secrets industriels et qu'il ne leur restait rien à apprendre. De crainte de voir divulguer leurs procédés, ils avaient interdit à leurs ouvriers toute excursion chez l'étranger. Ils s'étaient privés ainsi du plus sûr moyen de perfectionner leurs manufactures et étaient restés obstinément attachés aux anciennes méthodes. Ainsi les produits de l'industrie de

Venise n'avaient pas tardé à être dépassés, en qualité et en perfection, par ceux des pays voisins et ne purent lutter contre eux sur les marchés étrangers. Pour défendre le marché intérieur, Venise dut recourir à des lois prohibitives de la plus extrême sévérité ; loin de relever l'industrie, ces lois, en éteignant tout esprit d'émulation et en enlevant toute nécessité de perfectionnement, ne firent que hâter la décadence. En cessant de vendre aux autres nations Venise cessa de s'enrichir, et son commerce d'exportation disparut comme avait déjà disparu son commerce de transit.

Lorsque, à la fin du XVIIIe siècle les Français entrèrent à Venise, ce port, jadis le plus riche du monde, était presque vide et le savant Berthollet, chargé par son gouvernement de procéder à une enquête sur la situation des manufactures vénitiennes, pouvait conclure en disant que « l'industrie de Venise, comme celle des Chinois, avait été précoce, mais était restée stationnaire ».

Cette décadence économique avait eu les plus funestes conséquences morales. Depuis un siècle, Venise avait cessé d'être un centre d'activité pour devenir le rendez-vous des plaisirs et de la vie facile. La République, comme un vaisseau pourri dans toute sa carcasse, était prête à sombrer à la première secousse et il suffit d'une sommation du général Bonaparte pour que le Grand-Conseil, renonçant, par cinq cent deux voix contre douze, à tenter tout moyen de défense, proclamât la suprême déchéance de cette fière métropole qui avait été, pendant des siècles, l'arbitre de la vie économique de l'ancien monde.

CH. TERLINDEN.

ANGLETERRE
Londres
Southampton
HOLLANDE
Anvers
Bruxelles
Brabant
Flandre
Laon
Provins
Champagne
Troyes
Bar sur Aube
ALLEMAGNE
Mer Souabe
Nuremberg
Ratisbonne
Ulm
Augsbourg
Constance
Vienne
Styrie
Carinthie
Croatie
Trieste
Venise
Adige
Milan
Pavie
Crémone
Po
Ravenne
Ancone
Florence
Pise
Rome
Naples
Amalfi
Lyon
Genève
Besançon
Nîmes
Montpellier
Narbonne
Marseille
Cannes
FRANCE
ESPAGNE
Lisbonne
Barcelone
Cordoue
Alicante
Cadix
Malaga
Majorque
Tanger
Oran
Alger
Tunis
Kairouan
Mogador
MAROC
Palerme
SICILE
MER ADRIATIQUE
Illyrie
Dalmatie
Epire
Acarnanie
Etolie
Des Iouniennes
Morée
ARCHIPEL
Candie
MER MÉDITERRANÉE
OCÉAN ATLANTIQUE
AFRIQUE
RUSSIE
Don F.
Tana
MER D'AZOW
CRIMÉE
Kaffa
CAUCASE
Volga F.
MER CASPIENNE
Danube F.
BULGARIE
MER NOIRE
Phase
Kouraï F.
Trébizonde
Sinope
Constantinople
Indrinopa
Mer de Marmara
Nice
Smyrne
Attalia (Ephese)
Turcs Seldjoucides
Iconium
Petite Arménie
Mep
Alexandrette
Antioche
Lajazzo
Chypre
Tripoli
Laodicée
Beyrouth
Sidon
Damas
Acre
Jerusalem
Jaffa
SYRIE
MÉSOPOTAMIE
Mossoul
Tigre F.
Bagdad
Euphrate F.
Alexandrie
Damiette
Suez
Tebaïde
EGYPTE
MER ROUGE
ARABIE

XXXIII

LES PORTS

DU

NORD-EST DE L'ANGLETERRE

Le district connu sous le nom de *North-East Coast* comprend la plus grande partie des Comtés de Durham et de Nothumberland et s'étend également sur une partie des comtés voisins. Il ne correspond à aucune division géographique et ses limites ne sont pas clairement définies ; on lui donne approximativement la forme d'un demi-cercle de 75 kilom. de rayon, et dont le centre serait à l'embouchure de la Tyne : il aurait donc environ 9000 kilom. carrés de superficie.

Le sol est accidenté et pauvre : un tiers des terres est inculte ; le reste consiste surtout en pâturages assez maigres, où l'on pratique l'élevage du mouton. Seules quelques riches vallées se prêtent à la culture des céréales et des plantes fourragères. Les voies de communications naturelles font défaut : les rivières ne sont navigables que près de leur embouchure, et la nature accidentée du sol met obstacle à la construction de canaux.

Il n'y aurait donc là aucun des éléments essentiels à un grand développement commercial, si la richesse du sous-sol ne venait amplement compenser la pauvreté relative de la surface. C'est là en effet que se trouve le riche bassin houiller de Northumberland et de Durham, d'une superficie d'environ 2000 kilom. carrés, abstraction faite de son prolongement sous la Mer du

Nord. Les couches de houille y sont très riches et très régulières. On les rencontre déjà à de petites profondeurs et, en règle générale, l'exploitation s'y fait dans des conditions très avantageuses. Les couches géologiques sont légèrement inclinées vers la côte ; à mesure qu'on avance vers l'intérieur, on voit affleurer successivement les diverses stratifications de houille, de terrain calcaire, de grès, d'argile réfractaire, etc., tandis que sur le pourtour du bassin où affleurent les terrains plus anciens, on rencontre des filons métallifères d'où l'on extrayait jadis de grandes quantités de minerais de plomb, de zinc et d'étain.

Le bassin houiller présente approximativement la forme d'un triangle isoscèle dont un côté se confond avec la côte de la Mer du Nord, et dont le sommet se trouve près d'Alnmouth, la base s'avançant vers l'intérieur, un peu au sud d'Hartlepool. C'est donc dans la partie méridionale que le bassin a sa plus grande extension, et c'est précisément dans cette région, à Middlesbrough, à une vingtaine de kilomètres vers le sud, que se trouvent les immenses gisements de minerai de fer du Cleveland. Voilà donc réunies à proximité l'une de l'autre toutes les matières premières demandées par l'industrie sidérurgique : la houille donnant un coke d'excellente qualité, le minerai de fer, le calcaire et la dolomie, le grès et l'argile réfractaire. Signalons aussi, parmi les richesses minérales du pays, d'importantes carrières de pierres meulières, et une puissante couche de sel gemme sous Middlesbrough.

Quelques chiffres donneront une idée du développement qu'a pris l'industrie du district. En 1904, il a été extrait de ses houillères plus de 48 millions de tonnes de combustibles, dont 23 millions ont été exportées. Les gisements de Cleveland fournissent à ses hauts fourneaux près de 6 millions de tonnes de minerais phosphoreux par an, soit 40 °/₀ de l'extraction totale

de la Grande-Bretagne ; cela ne leur suffit pas : on importe annuellement plus de 2 millions de tonnes venant d'Espagne, de Suède, etc. La production annuelle de fonte dépasse 3 millions de tonnes, dont 50 °/₀ sont exportés ; le reste alimente les nombreuses aciéries locales. Celles-ci à leur tour livrent une partie considérable de leurs produits à l'exportation, mais la plus grande partie est utilisée dans les chantiers navals, les ateliers de constructions de machines, de charpentes, de locomotives, de wagons et de matériel de guerre qui abondent dans le district. Pour ne parler que des chantiers navals, rappelons qu'ils ont lancé, en 1907, des navires d'un tonnage total de 872 000 tonnes de jauge, soit 49 °/₀ de la production de tous les chantiers de la Grande-Bretagne, et 26 1/2 °/₀ de la production mondiale au cours de la même année. Parmi les autres industries florissantes de la *North-East Coast*, il faut citer aussi celle des produits chimiques, la fabrication des briques et des produits réfractaires, les minoteries, les papeteries et, au sud-ouest, à Yarm et à Northallerton, quelques filatures et tissages.

Toute cette activité industrielle s'est concentrée au sud-est du district, depuis les environs de Newcastle jusqu'à Middlesbrough, soit sur une distance d'environ 70 kilom. Toute cette région jusqu'à une distance d'une trentaine de kilomètres de la côte, est sillonnée par un réseau très serré de voies ferrées ; tout autour, au nord comme à l'ouest, le pays est désert : il n'est coupé que par quelques lignes de chemin de fer reliant entre eux les grands centres populeux d'Angleterre et d'Écosse, et par quelques lignes d'intérêt secondaires. Il en est de même au sud, excepté vers l'ouest où le district prend contact avec la région plus riche et plus peuplée du Yorkshire.

Tel est l'arrière-pays dont nous nous proposons d'étudier les ports. Il y en a toute une série, échelonnée

le long de la côte sur une distance de 90 kilom. à peine : Blyth, Newcastle, Sunderland, Seaham, West-Hartlepool, Middlesbrough et Stockton. Tous ces ports ont un caractère commun : leur fonction économique essentiellement régionale ; tous se disputent jusqu'à un certain point le même hinterland, mais tous ne sont pas arrivés au même degré de développement. Les uns ont une histoire qui remonte à la plus haute antiquité, d'autres sont d'origine toute récente ; les uns semblent avoir atteint leur apogée, d'autres continuent à progresser. Il est intéressant d'examiner jusqu'à quel point les circonstances locales et l'esprit d'entreprise de ceux qui ont été chargés de gérer les intérêts de ces ports, ont influencé leur prospérité. C'est ce qui nous a amené à les grouper dans une étude commune qui, nécessairement, ne peut être que très sommaire sur bien des points.

I

NEWCASTLE ON TYNE

La ville de Newcastle est située sur la rive gauche de la Tyne, à 16 kilom. de son embouchure. C'est une ville très ancienne, les Romains s'y établirent, y construisirent un pont et ont laissé dans le voisinage de nombreuses traces de leur séjour, notamment la fameuse muraille de l'empereur Adrien, qui s'étendait de la Mer du Nord à la Mer d'Irlande (90 kilom.) et protégeait l'Angleterre contre les incursions des peuplades du Nord. Il est probable que la Tyne servait déjà à cette époque de port de ravitaillement aux armées d'occupation. Au temps de l'invasion normande, Newcastle avait acquis une certaine importance commerciale ; au XIIIe siècle, elle occupait le huitième rang

parmi les villes d'Angleterre, si l'on prend pour base d'appréciation les droits perçus par la couronne sur la valeur des ventes effectuées au marché de la ville.

Les documents de l'époque nous font connaître la nature du commerce du port de Newcastle. A l'exportation nous trouvons : la laine, les peaux de renard, de castors etc., enfin le plomb ; à l'importation, l'alun et les épices. Le commerce de laine semble avoir été de beaucoup le plus important. L'industrie de la pêche du hareng et du saumon y prit également un grand développement. Mais le peu d'étendue de son hinterland et le manque de sécurité de ses campagnes, régulièrement saccagées par les armées d'Angleterre et d'Écosse, nuisirent à son développement. Le port de Newcastle ou, à proprement parler, le port de la Tyne ne prit son essor que le jour où l'on se mit à exploiter sérieusement les richesses minières du pays, surtout la houille. On n'a pas de renseignements exacts sur l'origine de cette exploitation ; mais les documents relatifs aux droits perçus sur le charbon embarqué permettent de constater qu'au début du XVIIe siècle, la quantité expédiée s'élevait déjà à près de 200 000 tonnes par an. Quatre cents navires étaient régulièrement engagés dans ce transport, dont la plus grande partie se dirigeait sur Londres ; une petite partie seulement (10 % environ) prenait le chemin de l'étranger.

En 1650, 350 000 tonnes environ furent embarquées ; en 1700, on atteignait 475 000 t. ; en 1770, 680 000 t. ; en 1800, 2 1/2 millions de tonnes dont 10 à 15 % allaient à l'étranger.

Le développement que prit le commerce de charbon sur la Tyne à cette époque, où l'on disposait d'un outillage bien imparfait, provenait d'un concours de circonstances qu'on ne rencontre que dans fort peu de bassins houillers : l'existence de couches riches et régulières rencontrées à peu de profondeur, et la

proximité de la Tyne, fleuve accessible aux navires de mer jusque près des mines. Aussi le commerce d'exportation n'a-t-il cessé de croître ; actuellement on embarque annuellement sur la Tyne plus de 19 millions de tonnes de charbon et de coke, dont plus de 75 % prennent le chemin de l'étranger.

La Tyne est un fleuve d'importance secondaire. Son bassin n'a que 3000 kilomètres carrés de superficie. Dans son état naturel elle n'était navigable que près de son embouchure, dans la partie soumise à l'influence de la marée, c'est-à-dire jusqu'à un point un peu en amont de Newcastle. En aval de cette ville, le lit du fleuve s'étalait et, à son embouchure, se terminait par un assez large estuaire qui formait, aux temps jadis, pour les navires de dimensions relativement réduites, un excellent port naturel. Il présentait cependant l'inconvénient, commun à tous les fleuves du district : une barre, ne laissant à marée basse qu'une profondeur d'eau insuffisante, en rendait l'accès difficile. De plus, en amont, entre son embouchure et Newcastle, le cours du fleuve présentait plusieurs coudes brusques et son lit était obstrué par de nombreux bancs de sable ; les navires devaient souvent ancrer, à marée basse, dans les parties plus profondes ou s'échouer sur le sable en attendant la marée montante pour atteindre aux points d'embarquement du charbon. Aussi a-t-il fallu exécuter d'immenses travaux d'amélioration pour arriver à donner au port le rang qu'il occupe aujourd'hui.

Le droit de propriété sur le lit du fleuve et la réglementation de la navigation, quoique contestés, ont été exercés en fait par la corporation de Newcastle, depuis le début du moyen âge jusqu'aux temps modernes. Mais on ne saurait dire qu'ils le furent avec une grande largeur de vue : des règlements sévères furent édictés au moyen âge pour s'opposer à l'établissement de

constructions permanentes sur les rives : ils n'admettaient que les cabanes de pêcheurs et quelques constructions en bois pour les sauneries qui s'y fixèrent dès le XIIIe siècle. Cette réglementation avait pour but d'établir un monopole au profit de Newcastle sur les transactions commerciales, et de réserver aux seuls quais de la cité toutes les manutentions de marchandises autres que le chargement du charbon.

Le développement constant du mouvement maritime et de l'armement amena graduellement un relâchement dans l'application de ces règlements. Des industries connexes de l'armement, des chantiers de constructions et de réparations, des magasins de ravitaillement, des résidences pour pilotes et matelots, s'établirent près de l'embouchure du fleuve et ainsi furent fondées les villes de North Shields et de South Shields.

Ce développement du commerce n'était certes pas dû à la vigilance de la corporation de Newcastle. Jusque vers 1850, en effet, elle ne fit rien ou presque rien pour améliorer le cours du fleuve. Il résulte de documents produits à une enquête parlementaire que de 1809 à 1848 le montant des droits perçus sur la navigation et l'exportation de charbon par la corporation s'était élevé à un total de 25 millions de francs dont 10 seulement avaient été dépensés pour frais d'administration et d'entretien du fleuve : le reste avait été consacré au paiement des frais d'entretien de la voirie et d'autres services publics de la ville. Le mécontentement des armateurs et des populations riveraines, qui s'était déjà manifesté à plusieurs reprises dans le passé, augmenta encore quand on vit le port voisin de Sunderland, plus sagement administré, menacer d'enlever à la Tyne une partie de son trafic. Des pétitions furent envoyées au Parlement ; une enquête fut ordonnée et, après quelques années

de pourparlers, on arriva à un compromis : la loi de 1850 confiait l'administration du port à une commission *The Tyne Improvement Commission*. Dans la suite, des modifications furent apportées à cette loi, mais, en principe, la constitution de la Commission est restée la même jusqu'à nos jours. Elle comprend actuellement trente membres désignés par les villes riveraines, les armateurs, les propriétaires de charbonnages et les négociants.

La Commission peut acter comme personne civile ; la loi définit ses attributions, stipule les travaux qu'elle peut entreprendre, fixe le montant des dettes qu'elle peut contracter, mais, à moins de circonstances exceptionnelles, la législature n'intervient plus dans l'administration du port.

Les *Tyne Commissions* se mirent immédiatement à l'étude et firent préparer un rapport sur l'état du fleuve qui était déplorable à cette époque : à l'embouchure, l'absence de tout ouvrage de protection rendait l'accès impossible par mauvais temps ; la barre ne laissait que $1^{m},80$ de profondeur à marée basse ; en amont, des rochers et de nombreux bancs de sable obstruaient le chenal et, à certains endroits, ne laissaient qu'un mètre d'eau à marée basse. A marée haute, le maximum de tirant d'eau admissible ne dépassait pas $4^{m},50$. Il n'y avait pas de bassin à écluses. Enfin, un pont en maçonnerie en face de Newcastle empêchait les navires de mer de remonter en amont. Combien la situation actuelle est différente !

L'entrée du fleuve est protégée par deux énormes *piers* ou môles en maçonnerie s'avançant en eau profonde ; le môle sud a 1570 mètres de longueur, le môle nord a 900 mètres ; ils ont coûté près de 40 millions de francs. La largeur du chenal entre les *piers* à l'entrée est de près de 400 mètres, sa profondeur est de $7^{m},60$ à marée basse ($1^{m},80$ sous l'ancien régime) ;

l'amplitude de la marée étant de $4^m,50$, on a $12^m,10$ à marée haute. Cette profondeur est maintenue jusqu'aux écluses des bassins, à une distance de 5 kilomètres de l'embouchure au delà de North et de South Shields. Il y a trois de ces bassins : le plus rapproché de la mer, l'*Albert Edward dock* sur la rive gauche, inauguré en 1884, a une surface de 9 hectares avec 900 mètres de murs de quai. Un peu plus loin, sur la même rive, le *Northumberland dock* qui date de 1857 a 20 hectares, et 150 mètres seulement de quais ; mais il y a là onze *coal staiths*, estacades en bois d'où des wagons à fond mobile déversent directement le charbon dans les cales des navires. A certains de ces *staiths* on peut charger jusqu'à 500 tonnes de charbon en une heure. Sur les quais de ces deux bassins se trouvent de grands entrepôts pour emmagasiner les grains et autres marchandises. Entre les deux bassins, sur la rive du fleuve, se trouvent également cinq estacades à charbon dont une permet de charger directement même les navires dont les écoutilles se trouveraient à 24 mètres au-dessus du niveau de l'eau. En face, sur la rive gauche, on aperçoit l'entrée du troisième bassin, le *Tyne dock*, construit en *1856* par la *North Eastern Railway Co*. Sa superficie est de 20 hectares ; sa profondeur à l'écluse surpasse 9 mètres à marée haute ; on trouve là 2100 mètres de murs de quai, 38 grues, 16 estacades à charbon, 14 magasins et hangars pour céréales et autres marchandises. Jusqu'à 7 000 000 de tonnes de marchandises ont été embarquées à ce bassin en une année.

Immédiatement en amont de *Tyne dock*, s'étend un immense terrain marécageux *Janow Slake*, submergé à marée haute, et dont une partie (environ 35 hectares) a été aménagée comme darse à bois.

En amont des docks, le chenal a une profondeur de 6 mètres à marée basse ($10^m,50$ à marée haute) sur une

distance d'une dizaine de kilomètres, soit jusqu'en amont de Newcastle ; la largeur varie entre 75 et 210 mètres. Depuis les docks jusqu'à Newcastle, les rives du fleuve sont occupées par une suite ininterrompue de villes et de bourgades peuplées, de chantiers navals, d'ateliers de construction de machines, de cales sèches et d'ateliers de réparations, d'usines métallurgiques et autres, enfin par de nombreuses estacades à charbon appartenant aux houillères du voisinage. A Newcastle même, sur la rive gauche, à 16 kilom. de la mer, se trouvent les quais, propriété de la corporation. Ils ont un développement de 1800 mètres en eau profonde ; il y a là de nombreux magasins et hangars, des installations frigorifiques, etc. Des crédits sont votés pour développer encore ces quais et compléter leur outillage.

En face de Newcastle, sur la rive droite, se trouve Gateshead, ville industrielle de 120000 habitants : ces deux villes sont reliées entre elles par un pont métallique dont les deux traverses centrales de 31 m. d'ouverture sont franchies par un pont tournant ; un peu en amont, le pont *Stephenson*, construit en *1840*, relie les parties élevées des deux rives ; il est fixe, mais laisse sous son tablier une hauteur libre de 25 mètres. Il est à deux étages : à la partie supérieure circulent les trains, la partie inférieure est réservée aux piétons, voitures et charrettes. Deux autres ponts modernes, un pour piétons, l'autre pour voie ferrée, traversent encore la rivière à ce niveau élevé.

En amont de la ville, à Elswick, sur la rive gauche, s'élèvent les célèbres établissements de la firme Armstrong Whitworth & Ce ; en face se trouve Dunston, doté depuis 1893 d'importantes estacades pour le chargement du charbon et le déchargement du minerai destiné aux usines de Consett.

A partir de Dunston, le chenal n'est plus dragué

qu'à une profondeur de $5^{m},50$ à marée basse au lieu de 6 mètres, sur une distance de quelques kilomètres ; viennent ensuite 5 kilomètres où la profondeur n'est plus que de $3^{m},60$. Plus loin, les dragages continuent et on espère réaliser bientôt cette profondeur jusqu'au kilomètre 32, limite extrême où la Commission exerce son autorité. Depuis 1855, année où l'on s'est mis sérieusement à l'œuvre, les dragueuses ont enlevé plus de 115 millions de tonnes de matières, et la Commission compte continuer les travaux jusqu'à obtenir un chenal de 9 mètres de profondeur à marée basse depuis la mer jusqu'aux docks, et de $7^{m},50$ jusqu'à Newcastle.

On le voit, sous l'administration sage et énergique de la Commission, le port de la Tyne a été modifié de fond en comble. On y a dépensé, y compris les frais d'administration, près de 400 millions de francs dont la plus grosse part a été fournie par les ressources ordinaires, le reste a été couvert par les emprunts ; la dette s'élève en ce moment à près de 100 millions de francs. Ni l'État, ni les agglomérations riveraines ne sont intervenus par des subsides. Celles-ci se sont contentées de développer leurs installations sur les rives ; encore ne sont-elles pas allées bien loin dans cette voie, si l'on excepte Newcastle, il n'y a que North Shields qui ait des quais publics de quelque importance. Ils sont spécialement aménagés pour le service des chalutiers de pêche qui, au nombre d'une centaine, fréquentent régulièrement le port. South Sields a 100 mètres de murs de quais, d'ailleurs peu profonds ; Gateshead en possède 210 mètres. Il y a bien encore quelques autres quais publics peu importants en d'autres points du fleuve, mais presque partout ce sont des chantiers et les usines qui occupent les rives et peuvent ainsi recevoir et expédier directement par eau les matières premières et leurs produits.

Presque toutes ont en outre des voies de raccordement aux lignes de chemins de fer que la *North-Eastern Railway Co* a construits sur les deux rives.

Le résultat de toutes ces améliorations du fleuve et de l'outillage du port a été un accroissement constant du mouvement maritime et commercial de la Tyne. Aussi la population des communes riveraines a-t-elle presque quadruplé au cours des 50 dernières années : de 200 000 en 1851, le nombre de leurs habitants avait passé à 730 000, au recensement de 1901. Newcastle et ses faubourgs comptaient alors 270 000 habitants ; en face, Gateshead en avait 123 000, South Shields 110 000 et North Shields 50 000.

Mouvement maritime et commercial de la Tyne

Au point de vue de l'administration des douanes, on distingue trois ports sur la Tyne : ce sont ceux de Newcastle, de North Shields et de South Shields ; mais ces trois ports forment un tout continu, et il serait peu logique de les étudier séparément. D'ailleurs, depuis un certain temps déjà, le *Board of Trade* groupe leurs statistiques sous la rubrique générale « port de la Tyne », dont le centre commercial et administratif est à Newcastle.

Nous avons rappelé plus haut la physionomie du commerce de la Tyne au début de son histoire : ce fut le commerce d'exportation de charbon qui lui valut sa prospérité qui, dès le XVIIe siècle, semble avoir dominé son mouvement maritime. La nature et l'exiguïté de son hinterland furent toujours son point faible ; on expédiait des centaines de mille, voire des millions de tonnes de charbon, mais les navires ne rapportaient que du ballast — pierres, sable, gravier — qu'on

déchargeait sur les rives où il s'entassait en énormes amas, véritables collines artificielles.

Cette circonstance favorisa l'éclosion, dans le district, de certaines industries employant comme matières premières des substances pondéreuses sans grande valeur qu'il fallait importer de l'étranger ou d'autres districts de l'Angleterre. Telles furent, aux XVIIe et XVIIIe siècles, les sauneries qui utilisaient le sel brut de Cheshire, apporté comme lest par les navires revenant de Hull. Puis vinrent, au début du XIXe siècle, les usines de produits chimiques : la fabrication de la soude par le procédé Leblanc y prit rapidement une grande extension. Les matières premières arrivaient facilement : le sel brut comme nous venons de le dire et les pyrites, rapportées d'Espagne par les navires charbonniers, permettaient de fabriquer sur place l'acide sulfurique. L'acide chlorhydrique, sous-produit de la fabrication, était utilisé pour produire avec la craie venant de France, du chlorure de chaux. Cette industrie atteignit son apogée vers 1860 : 50 °/₀ de la soude produite en Angleterre provenait alors des usines de la Tyne qui importaient annuellement 90 000 tonnes de sel, 70 000 tonnes de pyrites et 15 000 tonnes de craie. L'invention du procédé Solvay pour la fabrication de la soude porta un coup terrible à cette industrie ; un grand nombre d'usines disparurent, mais d'autres surmontèrent la crise. Si la production des cristaux de soude a diminué, en revanche on fabrique d'autres produits : le chlorure de chaux, la soude caustique, etc. ; plus récemment, la récupération des sous-produits de la fabrication du coke y a pris un grand développement, en sorte que l'industrie chimique continue à fournir un appoint important au commerce de la Tyne.

La métallurgie du plomb doit son développement et sa prospérité à des circonstances de même nature. Les

mines de l'intérieur fournirent d'abord le minerai ; mais lorsqu'elles n'y suffirent plus, les navires charbonniers se rendant en Espagne ramenèrent de ce pays le plomb brut pour être raffiné sur les bords de la Tyne et transformé en produits divers, feuilles, tuyaux, etc., ainsi que céruse et couleurs à base de plomb. A son tour l'industrie du cuivre, qui fournit également un appoint sérieux au commerce de la Tyne, suivit celle des produits chimiques : les résidus du grillage des pyrites contenaient du cuivre, et des usines se fondèrent pour l'utiliser. Nous pourrions citer d'autres exemples encore montrant comment le mouvement maritime dû à l'exportation du charbon a favorisé l'éclosion de nombreuses industries, telles que celle du fer, celle de la fabrication du papier et. la plus importante de toutes, celle des constructions navales : les chiffres que nous citerons plus loin en montreront l'importance.

La fonction régionale et industrielle a donné naissance à la fonction transitaire. Newcastle est devenu le principal centre d'importation de denrées alimentaires du district, surtout en ce qui concerne le beurre, les œufs, le fromage, les fruits qui y arrivent des pays scandinaves et de la Hollande. Toutefois, cette fonction transitaire ne saurait prétendre à un grand développement : l'arrière-pays est trop peu peuplé, et bien qu'une certaine quantité de ces produits soit expédiée vers les régions populeuses du centre de l'Angleterre, ce commerce de transit reste nécessairement limité par la concurrence du port de Hull, beaucoup mieux situé que Newcastle pour parer à ce ravitaillement, de même qu'au nord la concurrence de Leith empêche tout trafic intense vers l'Écosse. Cette fonction transitaire est d'ailleurs assez instable et dépend de circonstances particulières sans cesse variables. Ainsi, il y a une trentaine d'années, Newcastle devint un centre d'approvisionnement pour les fabriques de papier du nord : on y importait alors une grande quantité d'esparte,

plante herbacée d'Espagne et d'Algérie, constituant une marchandise légère avec laquelle les navires complétaient leur cargaison de pyrites ou de plomb, et les papeteries d'Écosse trouvaient avantage à se faire expédier les ballots d'esparte de Newcastle plutôt que d'utiliser le port de Leith bien que plus rapproché. Mais ce commerce a perdu son importance depuis que l'emploi des pâtes de bois s'est généralisé.

L'importation de bestiaux de boucherie venant d'Allemagne et des pays scandinaves, à destination des agglomérations populeuses du sud, prit aussi, vers 1880, un grand développement, mais elle a depuis complètement cessé.

La fonction transitaire de Newcastle est donc restreinte ; et il en est de même de son commerce de transbordement pour l'étranger : les réexpéditions de marchandises ne figurent dans les statistiques que pour une valeur de moins de 2 millions de francs.

En revanche, le mouvement maritime intense du port a contribué à faire de Newcastle un centre d'armement très actif et de nombreuses lignes de navigation y ont leur port d'attache.

Mouvement maritime de la Tyne (1)

Tonnage à l'entrée

Année	Navires venant de l'étranger et des colonies		Navires venant des ports du Royaume-Uni		Total	
1860	728 000	28,3 %				
1880	2 584 000	38,4 »	3 383 000	22,2 %	5 967 000	29,2 %
1900	3 897 000	32,6 »	4 428 000	14,4 »	8 325 000	22,5 »
1908	5 555 000	17,4 »	4 067 000	13,3 »	9 622 000	15,7 »

(1) Le *tonnage net* est exprimé en tonnes Moorsom ; la seconde colonne

Tonnage à la sortie

Année	Navires se dirigeant vers l'étranger et les colonies		Navires se dirigeant vers des ports du Royaume-Uni		Total	
1860	1 473 000	100 %				
1880	3 905 000	96,5 »	2 395 000	87,5 %	6 300 000	93 %
1900	4 894 000	95 »	3 374 000	81,5 »	8 268 000	90 »
1908	6 935 000	95,5 »	3 028 000	74 »	9 963 000	89 »

Le mouvement maritime de la Tyne accuse un accroissement continu très accentué dans les dernières années ; mais la quantité de matières importées, étant nécessairement limitée dans un port à hinterland restreint, n'a pas augmenté et la proportion du tonnage sur lest à l'entrée est devenue considérablement plus forte. En 1908, un peu plus de 17 % seulement du tonnage arrivait avec chargement. Par contre, à la sortie, le charbon fournit un fret abondant, 95,5 % du tonnage se dirigeant vers l'étranger et les colonies partent avec chargement et si la proportion est moindre pour le cabotage, c'est qu'un certain nombre de navires se dirigent vers les ports voisins pour y charger du charbon ou des produits métallurgiques ; d'autre part, Newcastle reçoit également des ports voisins des navires qui y sont déchargés et qui viennent sur lest pour s'approvisionner de charbon.

indique le *tonnage total* des navires arrivés avec chargement exprimé en % du tonnage de la première colonne.

Mouvement commercial de la Tyne avec l'étranger et les colonies

Années	Valeur des importations	Valeur des exportations
	en millions de francs	en millions de francs
1860	51	48
1880	129	114
1900	255	302 (1)
1904-1908 (moyenne)	247	241 (1)

Importations (moyenne annuelle 1904-1908)
Valeur en millions de francs

Produits alimentaires	139,7	soit	56,5 %
Minerais et métaux bruts	53,1	»	21,8 »
Matières premières autres que les précédentes	25,6	»	10,6 »
Produits manufacturés et matières non dénommées	28,6	»	11,1 »
Total	247,0		100,0 »

(1) Dans ces chiffres, on a compris la valeur des navires construits sur la Tyne pour le compte de sociétés d'armement étrangères, qui ne figurent pas dans les statistiques des années précédentes. La valeur de ces navires s'élève, en 1900, à la somme de 78 1/2 millions de francs ; la moyenne annuelle de la période quinquennale 1904-1908 est de 41 millions de francs.

Exportations (moyenne annuelle 1904-1908)
Valeur en millions de francs

Charbon et coke	134,3	soit	55,7 %
Métaux bruts et ouvrés	25,1	»	10,4 »
Produits chimiques et couleurs	11,9	»	5,0 »
Produits alimentaires	3,7	»	1,5 »
Machines, armes, etc.	7,3	»	3,0 »
Navires construits pour l'étranger	41,2	»	17,0 »
Tissus : laine, coton, jute	3,4	»	1,4 »
Briques réfractaires, pierres ardoises	2,6	»	1,1 »
Divers	11,7	»	4,9 »
Total	241,2		100,0 »

Quantités de produits débarqués dans la Tyne en 1908 (1)

	Venant de l'étranger et des colonies	Venant des ports du Royaume-Uni	Total
Produits alimentaires	283 000 T.	155 000 T.	438 000 T.
Minerais et métaux bruts	550 000 »	297 000 »	847 000 »
Matières premières autres	387 000 »	45 000 »	432 000 »
Produits manufacturés	40 000 »	66 000 »	106 000 »
Divers : pierres, sable, etc.	40 000 »	147 000 »	187 000 »
Total	1 300 000 »	710 000 »	2 010 000 »

(1) Ces chiffres ont été obtenus en analysant les statistiques très complètes de la *Tyne Improvement Commission* : la classification n'est pas absolument la même que celle des tableaux se rapportant aux valeurs des marchandises importées et exportées, extraites des statistiques du *Board of Trade*.

Quantités des produits expédiés de la Tyne en 1908 autres que charbon, coke et navires (1)

	Vers l'étranger et les colonies	Vers les ports du Royaume-Uni	Total
Produits alimentaires	31 200 T.	15 000 T.	46 200 T.
Métaux bruts ou en partie ouvrés	70 000 »	46 800 »	116 800 »
Constructions métalliques, machines	13 800 »	12 100 »	25 900 »
Produits chimiques et couleurs	69 000 »	64 200 »	133 800 »
Autres produits manufacturés	23 000 »	28 400 »	51 500 »
Minerais, matér. de construction, etc.	116 400 »	79 200 »	195 600 »
Total	324 000 »	245 800 »	569 800 »

Les produits importés comprennent principalement :

Produits alimentaires importés : Céréales, farines, etc., 181 000 tonnes ; sucre, 13 000 ; fruits et légumes, 28 000 ; viande et poisson conservés, 21 000 ; beurre, œufs, 33 000.

Minerais et métaux bruts : Minerais de fer, 428 000 tonnes ; pyrites fer et cuivre, 18 000 ; plomb en gueuses, 53 000 ; mattes de cuivre, 4300 ; minerai d'antimoine, 4600.

Matières premières diverses : Bois, 327 000 tonnes ; pâte de bois pour papeteries, 15 000 ; esparte, 5000 ; engrais chimiques : phosphates et nitrates, 24 000 ; pétrole, 7000 ; huiles, 5000.

Produits manufacturés : Fers et aciers, 19 000 tonnes, dont 8700 de *blooms ;* papier, 4800 ; verre, 3700 ; ciment, 4700 ; tissus, 800.

(1) Voir la note de la page précédente.

Produits divers : Pierres et matériaux de construction, 8000 tonnes : sable de Campine (pour verreries), 15 000.

Les produits venant de ports anglais comprennent :

Produits alimentaires : Céréales, farine, etc., 73 000 tonnes ; bière, 30 000 ; sucre, 22 000 ; pommes de terre, 10 000 ; viandes conservées et salées, 11 000.

Minerais et métaux bruts : Minerais, 200 000 tonnes ; fonte et mitraille, 41 000 ; mattes de cuivre, 3400 ; cuivre, 1600 ; étain, 1600 ; plomb en gueuses, 10 000.

Matières premières diverses : Bois, 12 600 tonnes ; pétrole, 8200 ; huiles, 9400 ; chanvre, 6100 ; écorces de liège, 5500.

Produits manufacturés : Fers et aciers laminés, 10 200 tonnes ; ciment, 20 000 ; produits chimiques, 12 000 ; tissus, 5000 ; papier, 4200 ; machines, 3500.

Une grande partie de ces produits venant des ports anglais sont évidemment d'origine étrangère, tels que les céréales, le sucre, les viandes conservées, le bois, les mattes de cuivre, le plomb brut, etc., qui arrivent des grands ports distributeurs, Londres, Hull, Liverpool d'où ils sont transportés par les steamers des lignes régulières entre Newcastle et ces ports.

Les produits exportés comprennent principalement :

Produits alimentaires : Farines, 10 000 tonnes ; son, 18 000 (vers les pays scandinaves) ; poisson conservé, 3000.

Métaux bruts et en partie ouvrés : Fonte et mitraille, 35 700 tonnes ; produits laminés, 13 100 ; plomb, 10 200 ; cuivre, 5000 ; antimoine, 2000 ; étain, 600 ; divers, 3400.

Constructions métalliques : machines, canons, etc., 5500 tonnes ; charpentes, pièces forgées, etc., 8300.

Produits chimiques et couleurs : Ammoniaque et sels, 8400 tonnes ; sels de baryum, 9000 ; chlorure de chaux,

6400 ; soude caustique, 7000 ; sulfate de soude, 6500 ; couleurs à base de plomb, 6400 ; engrais chimiques, 15 800.

Autres produits manufacturés : Papier, 1600 tonnes ; cordages, 1900 ; tissus, 3800 ; goudrons et résines, 5900 ; verre, 1000, etc.

Minerais, matériaux de construction : Briques et argile réfractaires, 100 000 tonnes ; grès et pierres meulières, 8600 ; scories, 4500.

Les produits expédiés vers les ports anglais comprennent principalement :

Farines, 8200 tonnes ; son, 3700 ; viande et poisson conserves, 1200.

Fonte et mitraille, 19 000 tonnes ; fers laminés, 8200 ; plomb, 14 800 ; cuivre, 2000 ; antimoine, 2200.

Machines et canons, 16 000 tonnes ; charpentes, pièces forgées, etc., 10 500.

Sels de baryum, 3600 tonnes ; chlorure de chaux, 10 900 ; soude caustique, 7800 ; cristaux de soude, 6200 ; couleurs à base de plomb, 21 300 ; engrais chimiques, 5600.

Papier, 5600 tonnes ; cordages, 1600 ; tissus, 1300 ; goudrons et résines, 16 000 ; verre, 1900.

Pyrites grillées, 46 000 tonnes ; briques et argile réfractaires, 22 000 ; grès et pierres meulières, 4200.

Une partie de ces produits sont dirigés par les lignes régulières vers les grands ports distributeurs pour y être réexpédiés vers des ports étrangers avec lesquels Newcastle n'a pas de relations suivies.

C'est le commerce d'exportation de charbon qui fournit de loin la plus grande partie du fret à la sortie, ainsi que le montre le tableau suivant :

Quantité de charbon et de coke expédiée annuellement par mer de la Tyne en milliers de tonnes

Années	1860	1870	1880	1890	1900	1908
Vers l'étranger et les colonies	2031	3015	4496	4932	8124	12 800
Vers les ports du Royaume-Uni y compris le charbon de soute	2234	2832	3635	5797	6396	6708
Total	4265	5847	8131	10 729	14 520	19 508

Ainsi, en 1908, le charbon fournissait 12 800 000 t. de fret vers l'étranger et les colonies, alors que tous les autres produits ensemble ne donnaient que 324 000 tonnes, soit 2,5 % seulement du total.

Une statistique du mouvement commercial des ports de la *North-East Coast* serait incomplète si on ne tenait compte de la principale industrie du district, celle des *constructions navales :* c'est elle, en effet, qui utilise la plus grande proportion des produits de l'industrie locale et les exporte sous forme de navires de haute mer. Depuis quelques années seulement le *Board of Trade* considère comme produits exportés les navires construits pour le compte de sociétés d'armement étrangères, et ils figurent comme tels dans les dernières statistiques ; il nous semble que tous les navires de haute mer assurant les transports internationaux pourraient y figurer au même titre ou, du moins, faudrait-il en tenir compte quand on établit la balance des échanges internationaux d'une région.

Pendant la période quinquennale 1904-1908, il a été construit une moyenne annuelle de 137 navires, jaugeant ensemble 265 000 tonnes (tonnage brut) dont 91 500 tonnes évaluées par le *Board of Trade* à 41 000 000 de francs pour compte de firmes étrangères. En admettant une valeur unitaire égale pour l'ensemble, il aurait été construit annuellement sur la

Tyne, pendant la période 1904-1908, des navires d'une valeur de 120 000 000 de francs, ce qui donnerait comme valeur moyenne annuelle des produits exportés de la Tyne pendant la période 1904-1908 :

	En millions de francs	
Charbon et coke (non compris le charbon de soute)	134,3	42 %
Valeur des navires de haute mer construits	120	37,5 »
Valeur de tous les autres produits exportés	65,7	20,5 »
Total :	320	100 »

sans tenir compte des produits expédiés soit par mer soit par chemin de fer, pour être exportés à Hull, Londres, etc., vers les pays avec lesquels la Tyne, n'a pas de rapports suivis.

Une autre industrie importante sur la Tyne, et dont les statistiques ne tiennent pas compte, est celle des réparations et de l'entretien des navires. Il existe sur la Tyne 26 cales sèches et docks flottants dont les huit plus grands ont de 130 à 216 mètres de longueur. Il y a en outre 2 grands *slipways* ou cales de halage. Ces cales n'appartiennent pas, comme dans nos ports, aux autorités locales, mais à des sociétés particulières et sont situées au milieu de leurs chantiers, ateliers et forges ; de sorte que les grosses réparations peuvent s'y entreprendre dans d'excellentes conditions. Aussi sont-ils nombreux les navires qui viennent des ports continentaux à la Tyne pour subir des réparations importantes, alors qu'ils n'ont aucune autre transaction commerciale à y effectuer.

II

SUNDERLAND ET LA WEAR

Sunderland est la rivale de Newcastle : située à à l'embouchure de la Wear, à une dizaine de kilomètres seulement au sud de la Tyne, son port donne accès

au même hinterland et doit aussi son origine et sa prospérité au commerce d'exportation de charbon, qui y florissait déjà au moyen âge.

La Wear, comme la Tyne, n'était naturellement navigable que près de son embouchure, sur une distance d'une quinzaine de kilomètres ; son estuaire formait un excellent port naturel, mais obstrué par une barre ne laissant qu'une profondeur d'eau de $0^{m},30$ dans le chenal, à marée basse. En 1830, des travaux d'amélioration portèrent cette profondeur à $0^{m},85$; de 1835 à 1840, on munit l'entrée du fleuve de deux *piers* en maçonnerie de 320 et 390 mètres de longueur et l'on construisit des bassins à écluses. Les riverains de la Tyne s'alarmèrent de ces progrès : ils y virent une menace pour la prospérité de leur port, et hâtèrent les réformes que nous avons signalées.

Actuellement, l'entrée du fleuve est protégée par deux *piers* ou môles en maçonnerie de 750 mètres de longueur chacun : ces môles qui sont en voie d'achèvement partent de deux points du rivage distant d'environ 1000 mètres et s'avancent en forme d'arcs de cercle, englobant un avant-port de 50 hectares de superficie. Entre leurs extrémités, le chenal d'accès a une largeur de 180 mètres et une profondeur de 7 mètres à marée basse et $11^{m},50$ à marée haute ; les anciens *piers* se trouvent à l'intérieur de cette construction. Un second avant-port, plus au sud, est formé par deux *piers* englobant une surface de 10 hectares, ils protègent deux entrées à écluses donnant accès aux bassins. Une de ces entrées date de 1856 ; sa construction marqua un progrès notable, car elle présentait une profondeur d'eau dépassant de $1^{m},20$ à $1^{m},50$, celle qui existait à cette époque au chenal du fleuve, et un sas à écluses permettait l'accès aux bassins en tout état de la marée. Ce sas a une longueur de 146 mètres, et les écluses ont $19^{m},80$ de largeur, avec une profondeur d'eau de $7^{m},80$ à marée haute. La seconde entrée a une

largeur de 18m,30 et une profondeur d'eau de 8m,10 au-dessus du radier ; elle est de construction plus récente. Les bassins à écluses occupent une surface totale de 26 hectares. Le *Wearmouth dock*, sur la rive gauche, construit en 1835 et actuellement la propriété de la *North Eastern Railway Company*, n'a que 2,4 hectares de superficie : il ne sert plus guère que de darse à bois. Sur la rive gauche également, se trouve l'entrée de l'*Hudson dock*, inauguré en 1850, agrandi successivement et dont la surface totale, avec le bassin d'accès, est de plus de 17 hectares et demi. Ce bassin ainsi que le suivant, l'*Hendon dock*, de 4 hectares, sont placés parallèlement à la mer avec laquelle ils sont en communication directe par les deux entrées signalées plus haut. Ils appartiennent à la *River Wear Commission*. Ces bassins sont pourvus de 3800 mètres de murs de quais et de nombreuses installations pour le chargement direct du charbon. Il y a de vastes hangars et de grands entrepôts pour l'emmagasinement des grains et autres marchandises dont la manutention est facilitée par de nombreuses grues à vapeur et autres ; une bigue de 60 tonnes appartient à la *Commission ;* plusieurs engins plus puissants sont la propriété de sociétés.

Dans le fleuve lui-même se trouvent de nombreux *staiths* pour le chargement de charbon, mais les quais publics y ont peu d'importance : partout les rives sont occupées par des chantiers de constructions navales et de réparation, des ateliers de machines, et dans les bassins mêmes une partie des rives sont occupées par des entreprises particulières, qui alimentent principalement le mouvement maritime des ports. Enfin, on trouve dans le port cinq cales sèches, un dock flottant et trois *slipways*, pour la réparation de navires de dimensions moyennes.

Citons parmi les industries les plus importantes, à côté de celles déjà énumérées, huit brasseries, deux grandes papeteries, trois minoteries, etc.

La fonction économique du port a un caractère régional plus marqué encore que celui de la Tyne ; mais — les statistiques en font foi — son activité, qui est loin d'égaler celle de son rival, n'est guère en progrès. C'est que, malgré les nombreuses améliorations faites dans les dernières années, le port est d'un accès moins facile que la Tyne, les profondeurs y sont moindres, les quais en rivière n'existent pour ainsi dire pas et, même aux bassins, l'emplacement fait défaut.

Ajoutez à cela que la Tyne, pénétrant plus avant dans les terres, lui ravit une grande partie de son hinterland. Enfin, autre facteur important, la *N. E. Railway Co*, qui monopolise le trafic du district, n'a aucun intérêt à favoriser Sunderland où elle ne possède qu'un petit bassin qui sert de darse à bois, alors que, sur la Tyne, elle possède, sur la rive droite et à quelques kilomètres seulement de Sunderland, le *Tyne dock*, magnifiquement outillé et, plus avant à l'intérieur des terres, les quais en eau profonde de Dunston. Rien d'étonnant donc que Sunderland soit délaissée pour sa rivale.

Mouvement maritime de Sunderland et de Seaham (1)

Tonnage des navires à l'entrée

Année	Navires venant de l'étranger et des colonies		Navires venant des ports du Royaume-Uni		Total	
1860	446 000	—	—	—	—	—
1880	703 000	32,6 %	1 806 000	5,4 %	2 509 000	13 %
1900	800 000	23,6 »	1 654 000	10,5 »	2 454 000	14,8 »
1908	1 294 000	10,6 »	1 525 000	7,3 »	2 819 000	8,8 »

(1) Tonnage net exprimé en tonnes Moorsom. La seconde colonne indique

Tonnage des navires à la sortie

Année	Navires se dirigeant vers l'étranger et les colonies		Navires se dirigeant vers les ports du Royaume-Uni		Total	
1860	696 000	—	—	—	—	—
1880	845 000	96 %	1 743 000	94,5	2 588 000	94,8 %
1900	1 160 000	95,5 »	1 399 000	96,0	2 559 000	95 »
1908	1 595 000	98,0 »	1 250 000	88,5	2 845 000	94 »

Mouvement commercial des ports de Sunderland et de Seaham avec l'étranger et les colonies

Année	Valeur des importations	Valeur des exportations
1860	—	11 600 000 fr.
1880	18 300 000 fr.	16 000 000 »
1900	17 500 000 »	58 200 000 » (1)
1904-1908 (moyenne)	17 200 000 »	62 200 000 »

Les importations comprennent, en moyenne annuelle 1904-1908 :

le tonnage des navires avec chargement, en % du tonnage total donné dans la première colonne.

(1) Y compris la valeur des navires construits sur la Wear pour compte de firmes étrangères, soit 16 000 000 francs en 1900 et 21 300 000 pour la moyenne annuelle de la période 1904-1908. L'augmentation de la valeur des exportations provient également, en grande partie, de l'augmentation du prix du charbon.

		Valeur en millions de francs	
Céréales	20 500 T.	3,8	22,1 °/₀
Minerais	65 000 »	1,3	7,5 »
Pétrole	16 000 »	1,6	9,3 »
Matières premières pour papeteries	23 800 »	2,4	14 »
Bois	104 000 »	6,7	39 »
Matières non dénommées		1,4	8,1 »
	Total :	17,2	100 »

Les exportations comprennent :

		Valeur en millions de francs	
Charbon et coke	2 900 000 T.	39,5	63,5 °/₀
Produits chimiques		0,7	1,1 »
Machines		0,5	0,8 »
Navires construits pour l'étranger		21,3	34,3 »
Divers		0,2	0,3 »
	Total :	62,2	100 »

Les importations comprennent presqu'exclusivement des produits pondéreux : les céréales, les matières premières destinées à l'industrie ; l'importation de marchandises diverses (produits alimentaires, etc.) y a pris peu de développement, elle est monopolisée par le port rival, Newcastle.

Il en est de même des exportations : Sunderland n'exporte que de la houille et des navires ; les autres produits de l'industrie locale s'exportent par le port voisin.

Nous n'avons pas trouvé de statistiques complètes nous renseignant sur la nature des échanges de Sunderland avec les ports du Royaume-Uni ; ils ne peuvent guère être importants, le tonnage total des navires arrivant chargés de ces ports étant faible : 97 000 tonnes, en 1880 ; 173 000, en 1900 ; 111 000, en 1908. Leur chargement se compose principalement de céréales,

de pétrole — produits d'origine étrangère — indiquant un transbordement, aux ports distributeurs, de produits métallurgiques pour les usines locales, de matières pondéreuses, fondants de hauts fourneaux, etc.

A la sortie, les navires emportent surtout du charbon, des produits de verrerie (bouteilles), et des produits métallurgiques.

Voici, approximativement, d'après les statistiques de la *River Wear Commission*, la quantité des principaux produits en destination ou expédiés de Sunderland, tant pour l'étranger que pour les ports du Royaume-Uni.

A l'arrivée :

	1880	1890	1900	1908
Bois de construction	92 000 T.	75 000 T.	84 000 T.	44 000 T.
Bois de mines	34 000 »	55 000 »	65 000 »	37 000 »
Fer et acier	17 000 »	10 000 »	11 000 »	4 000 »
Minerais	77 000 »	48 000 »	52 000 »	45 000 »
Céréales	27 000 »	44 000 »	33 000 »	30 000 »
Esparte	—	20 000 »	18 000 »	19 000 »
Pâte de bois	—	—	—	6 000 »
Pétrole	—	—	10 000 »	26 000 »
Matière pondéreuse calcaire	84 000 »	51 000 »	52 000 »	45 000 »

A la sortie :

	1880	1890	1900	1908
Verre	10 000 T.	8 000 T.	5 000 T.	3 000 T.
Chaux	33 000 »	15 000 »	8 000 »	4 000 »
Fer et acier	16 000 »	21 000 »	14 000 »	7 000 »
Briquettes	33 000 »	34 000 »	12 000 »	—
Ciment	4 000 »	7 000 »	2 000 »	—
Goudron et créosote	—	—	15 000 »	26 000 »

L'industrie de la verrerie a perdu beaucoup de son importance par suite des difficultés suscitées par les *Trade Unions* ; l'exportation des briquettes a été remplacée par celle des goudrons.

Quant à l'exportation de la houille et du coke, voici, d'après les mêmes statistiques, la quantité totale expédiée de la Wear :

En 1840	1 318 000	tonnes
» 1860	2 979 000	»
» 1880	3 573 000	»
» 1900	4 262 000	»
» 1908	4 235 000	»

Si nous tenons compte de la valeur de tous les navires de haute mer construits à Sunderland et sur la Wear, comme nous l'avons fait pour Newcastle, nous aurions pour les exportations :

	En millions de francs	
Valeur du charbon et du coke	39,5	31,2 %
» totale des navires construits	85,9	67,7 »
» de tous les autres produits exportés	1,4	1,1 »
Total :	126,8	100 »

Pratiquement, tout le mouvement maritime de Sunderland dépend de la prospérité de deux industries locales, celles de l'exploitation de la houille et de la construction navale.

III

SEAHAM HARBOUR

Les statistiques du *Board of Trade* du port de Sunderland comprennent le mouvement maritime et commercial du petit port de Seaham, situé sur la côte,

à 9 kilomètres au sud de Sunderland. Fondé en 1828 par le duc de Londonderry, pour l'exportation du charbon de ses houillères, il fut considérablement agrandi en 1905. Il comprend deux bassins à écluses d'une surface totale de 5 1 2 hectares ; l'entrée des écluses est protégée par un avant-port, formé par deux *piers* en maçonnerie.

Seaham comptait 10 163 habitants en 1901. Son commerce consiste entièrement dans l'exportation du charbon des houillères du voisinage : il en expédie annuellement près de un million et quart de tonnes. Le mouvement maritime y était représenté, en 1908, par un tonnage de 658 000 tonnes à la sortie, dont 307 000 pour les ports du Royaume-Uni, 351 000 pour l'étranger. L'industrie locale n'y est représentée que par une fabrique de bouteilles.

IV

BLYTH ET AMBLE

Les deux ports de Blyth et d'Amble sont situés, le premier à 15 kilomètres, le second à 40 au nord de la Tyne. Jusqu'en 1897, les statistiques du *Board of Trade* groupaient ces ports avec ceux de la Tyne ; mais depuis, l'importance croissante de l'exportation de charbon les en a fait séparer.

Blyth est placé à l'embouchure d'une petite rivière, presqu'un ruisseau, qui porte son nom et donne naissance à une crique accessible à marée haute aux bateaux de mer. On a étendu et approfondi ce port naturel, et la compagnie des chemins de fer y a construit des *staiths* pour l'embarquement du charbon, provenant de vingt puits d'extraction, creusés dans un rayon de 7 kilomètres.

L'entrée du port est protégée par deux môles surmontés d'estacades en bois ; il y a 4m,80 de profondeur à marée basse à la barre, et de 5m,40 à 7m,30 à l'intérieur du port ; on continue les travaux d'amélioration.

En 1883, on a expédié de Blyth 151 000 tonnes de charbon. C'est en 1884 que les travaux d'amélioration ont commencé : actuellement, on expédie environ 1 000 000 de tonnes de charbon par an. Blyth est un port charbonnier. Les importations y sont, pour ainsi dire, nulles : leur valeur ne dépasse guère 1 000 000 de francs (bois) et, à l'exportation, il n'y a, jusqu'ici, que le charbon qui compte. Toutefois, cette situation tend à changer. Il existe déjà à Blyth un chantier de constructions navales assez important, et son port possède cinq cales sèches. Depuis un an, on a aménagé un bassin à flot avec quais à l'entrée du port pour l'usage de l'industrie de la pêche, et, en 1909, on a vu jusqu'à cent chalutiers y séjourner à la fois. On cherche également à y créer un centre pour le commerce du bois. C'est un port jeune, et il sera intéressant de suivre son développement. Blyth compte actuellement 25 000 habitants.

Amble, comme Blyth, se trouve sur une crique formée par l'embouchure d'une petite rivière ; son port a commencé à se développer depuis 1897, et des travaux de dragage y ont été entrepris. C'est le poste de sortie du charbon de la partie nord du bassin houiller à l'extrémité duquel il se trouve. En 1904, on a expédié d'Amble 645 000 tonnes de charbon. La population de la ville est d'environ 4500 habitants.

Mouvement maritime de Blyth et Amble

A l'entrée			A la sortie		
Venant			*Pour*		
de l'étranger	1 288 000 T.	de jauge	l'étranger	1 849 000 T.	de jauge
du Royaume-Uni	760 000 »	»	le Royaume-Uni	191 000 »	»
Total :	2 048 000 »	»	Total :	2 040 000 »	»

A l'entrée 9600 tonnes seulement arrivent chargées ; à la sortie 4000 seulement partent sur lest.

V

EAST- ET WEST-HARTLEPOOL

East-Hartlepool, souvent désigné sous le nom de Old Hartlepool, est situé sur une péninsule à quelques kilomètres au nord de l'estuaire de la Tees. C'était une place de quelque importance au XIVe siècle : son port, au dire des chroniques, pouvait abriter une centaine de navires ; plus tard, ce ne fut plus qu'un petit village de pêcheurs.

Sa renaissance date de 1818, lorsque le Parlement nomma une commission, *The pier and port Commissioners*, chargée de remettre ce port en bon état. La découverte, vers 1830, de mines de charbon dans le voisinage eut la plus heureuse influence sur sa prospérité. Une compagnie de chemin de fer fut fondée, qui commença le trafic en 1835 et, en 1840, inaugura le *Victoria dock*. En 1845, une autre compagnie de chemin de fer, qui jusqu'alors avait expédié les char-

bons par la Tees à Port Clarence, prolongea son réseau jusqu'à Hartlepool. Mais bientôt elle demanda et obtint du Parlement l'autorisation de construire un port et des bassins au sud-est de East-Hartlepool. Ce fut l'origine du port de West-Hartlepool.

Il fut inauguré en 1847 et enleva à la Tees et à Middlesbrough une grande partie de leur commerce. On peut se faire une idée de la rapidité du développement du nouveau port par le chiffre de sa population : en 1845, elle se réduisait à 300 habitants ; en 1858, elle s'élevait à 12 000, et, en 1901, à 62 200. Dès 1852, on inaugurait un second bassin, et un troisième en 1856 ; en 1880, se trouva complété tout un système de docks et de darses, s'étendant depuis West-Hartlepool jusqu'au *Victoria dock* à East-Hartlepool. La surface totale, occupée par l'avant-port formé de deux môles en maçonnerie et les bassins, est de 80 hectares. L'entrée des bassins a une largeur de $18^{m},30$ et une profondeur d'eau de $7^{m},60$ à marée haute aux époques des syzygies. Les cales sèches sont au nombre de cinq, la plus grande a 174 mètres de longueur et $18^{m},30$ de largeur à l'entrée, avec une profondeur d'eau de $5^{m},80$. L'outillage du port comprend de vastes entrepôts couvrant une superficie de 18 000 mètres carrés, deux bigues de 80 et de 100 tonnes, de nombreuses grues de 3 à 10 tonnes et toute une série d'appontements avec appareils mécaniques pour le chargement de charbon.

Comme à Sunderland, le mouvement maritime et commercial de West-Hartlepool n'a plus fait de grands progrès dans ces dernières années, il est même en recul, si l'on fait abstraction du commerce d'exportation de charbon. C'est que, depuis les grands travaux de 1880, on n'a presque plus rien fait pour maintenir le port à la hauteur des progrès modernes ; l'outillage, il est vrai, a été perfectionné, mais la largeur et la profondeur d'eau à l'entrée des bassins et des cales

Mouvement maritime de East- et West-Hartlepool (1)

	A l'entrée						A la sortie					
Années	De l'étranger et des colonies		Cabotage		Total		Vers l'étranger et les colonies		Cabotage		Total	
1870	441 000	63,1 %					499 000	97,5 %				
1880	476 000	75,1 »	440 000	7 %	916 000	42,5 %	510 000	93,5 »	450 000	73,2 %	960 000	84,1 %
1890	492 000	88 »	341 000	29 »	833 000	63,8 »	336 000	93,5 »	489 000	63,5 »	825 000	75,6 »
1900	587 000	74,8 »	347 000	33,2 »	934 000	64,6 »	412 000	81,5 »	531 000	53,6 »	943 000	66 »
1908	852 000	61,7 »	508 000	19,1 »	1 360 000	46 »	601 000	84,5 »	805 000	53 »	1 406 000	66,6 »

(1) La première colonne donne le tonnage net exprimé en tonnes Moorsom ; la seconde colonne indique le tonnage des navires avec chargement en % du tonnage total donné dans la première colonne.

sèches sont devenues insuffisantes. A moins d'un changement radical dans cette situation, Middlesbrough et la Tees attireront de plus en plus le mouvement commercial du district.

Tous les bassins de West-Hartlepool et de East-Hartlepool appartiennent actuellement à la compagnie de chemin de fer *N. E. Railway Co*; elle a absorbé les anciennes sociétés qui fondèrent les docks de Hartlepool et a, dès lors, tout intérêt à favoriser ce port.

Jadis la compagnie fit de grands efforts pour faire de *West-Hartlepool* un port de transit vers les villes industrielles du centre de l'Angleterre, et il s'y créa, en effet, un mouvement important de marchandises diverses : laines, tissus, produits alimentaires. Mais depuis que la compagnie possède à Hull de grands bassins bien outillés, le commerce de West-Hartlepool a eu une tendance de plus en plus marquée à se spécialiser dans l'exportation du charbon et l'importation des bois : son port est devenu régional et industriel.

Parmi les industries locales il faut citer les usines métallurgiques, les chantiers de constructions navales, les ateliers de machines et les scieries à vapeur. Ces industries sont prospères et fournissent, avec l'exportation du charbon, la presque totalité du fret à l'entrée et à la sortie.

Mouvement commercial de Hartlepool

Année	Importation	Exportation
1860	—	117 900 000 fr.
1880	59 800 000 fr.	55 600 000 »
1900	50 600 000 »	26 500 000 »
1904-1908 (moyenne)	44 000 000 »	51 300 000 » (1)

(1) Ces chiffres comprennent la valeur des navires construits pour compte de firmes étrangères, soit 10 850 000 francs pour l'année 1900 et 7 800 000 fr. pour la moyenne annuelle 1904-1908.

Moyenne annuelle 1904-1908

Importation				Exportation			
	Quantités	Valeur en millions de francs	%		Quantités	Valeur en millions de francs	%
	440 000 T.	24,2	55	Charbon	807 000 T.	10,7	34,1
nerais de fer	257 000 »	5,7	13	Fonte, fers et aciers	16 000 »	1,5	4,8
cre	11 900 »	3,9	8,9	Machines	4 000 »	4,6	14,7
ufs	56 000 000	3,4	7,7	Tissus, laine et coton		5,5	17,6
ıchines		1,8	4,1	Navires		7,8	25
ine (déchet)		1,6	3,6	Divers		1,2	3,8
vers		3,4	7,7				
				Total		31,3	100
Total		44	100				

Les importations se réduisent à quelques articles ; en comparant les chiffres actuels avec ceux de 1860, on trouve qu'il y a eu une augmentation dans les importations de bois qui s'élevaient à 66 000 tonnes en 1860, à 300 000 en 1880, à 467 000 en 1900 et à 440 000 pour la moyenne de 1904-1908.

L'importation du minerai commence vers 1880 ; elle s'est élevée à 147 000 tonnes en 1890, à 116 000 en 1900, à 257 000 en moyenne de 1904-1908.

L'importation de beurre, lard, etc. n'eut jamais une grande importance ; par contre, le commerce des œufs a été très florissant : on en a importé jusqu'ici 150 millions en 1900 ; mais depuis il tend à disparaître : on n'en trouve plus que 25 millions à peine en 1908.

Le commerce d'importation des céréales et des

farines a été très florissant jadis : 50 000 tonnes environ en 1860, 43 000 en 1870, 64 000 en 1880, mais il n'était plus que de 14 000 en 1900 et, dans les dernières années, il ne figure plus dans les statistiques.

Aux exportations, il y a recul dans les matières en transit et les produits métallurgiques qui prennent la voie de la Tees ; par contre, il y a augmentation dans les expéditions des produits des industries locales.

En 1860, qui fut une année exceptionnelle, on en exporte pour plus de 100 millions de francs de *tissus, toile, laine et coton ;* depuis, il y a eu une diminution constante : en 1880, on ne trouve plus que 13 500 000 fr. en 1900, 5 100 000 fr. et, pour moyenne annuelle, pendant la période de 1904-1908, 5 500 000 fr.

Pour les *produits métallurgiques*, les exportations se sont élevées en 1860, à 5 100 000 fr. ; en 1880, à 5 700 000 fr. ; en 1900, à 4 300 000 fr. ; et de 1904-1908, en moyenne à 1 500 000.

Pour le *charbon*, les exportations ont passé de 579 000 tonnes en 1860, à 1 017 000 en 1908.

Pour les *machines*, de 1 200 000 fr. en 1860, à 4 750 000 fr. en 1908.

Nous ne possédons pas de données relatives au commerce d'importation des ports anglais à Hartlepool : ce commerce ne peut être bien important, car le tonnage des navires arrivant chargés ne dépasse pas 100 000 tonnes. Le commerce d'exportation est beaucoup plus important. C'est encore le charbon qui fournit le fret principal : en 1904, 750 000 tonnes furent expédiées vers les ports anglais. Malgré cela, bon nombre de navires quittent Hartlepool sur lest pour aller chercher du fret dans les ports voisins.

Les statistiques du mouvement maritime montrent que les navires chargés arrivent surtout des pays du nord : de la Russie, de la Suède et de la Norvège, de l'Allemagne, de la France, de l'Espagne, de la Grèce,

et des États-Unis. Les navires sur lest viennent surtout de l'Allemagne, du Danemark, de la Hollande, de la Belgique et de la France.

A la sortie, les navires chargés se rendent en Russie, en Suède, en Norvège, au Danemark, en Allemagne, en Hollande, en France, en Espagne, en Italie ; et les navires sur lest en Russie et en Norvège.

Hartlepool est, comme les autres ports du district, un centre important de constructions navales. Pendant la période 1904-1908, ses chantiers ont construit une moyenne annuelle de plus de 67 000 tonnes de jauge d'une valeur approximative de 32 000 000 fr., c'est-à-dire 8 500 000 fr. de plus que la valeur de tous les produits exportés autres que les navires.

VI

LES PORTS DE LA TEES : STOCKTON MIDDLESBROUGH

La Tees, comme la Wear et la Tyne, n'était naturellement navigable que dans les limites où la marée se fait sentir et sans les importants travaux d'amélioration exécutés dans la dernière moitié du XIXe siècle, elle ne se prêterait guère à un mouvement maritime intense. Son cours sinueux et parsemé de bancs de sable, aboutissait à un large estuaire de 35 kilomètres de surface, où ses eaux, réparties en plusieurs bras irréguliers, se perdaient dans les sables mouvants ; à marée basse il n'y avait guère que 50 cm. d'eau à la barre. Le trafic paraît cependant s'y être développé au cours du moyen âge : on trouve encore à Yarm, à 32 kilomètres de l'embouchure, des vestiges de quais d'entrepôts attestant l'existence d'un commerce relativement important. C'était principalement un port

d'exportation de céréales et de produits agricoles provenant des riches plaines de Yorkshire.

Yarm fut détrôné à la fin du XVIIIe siècle par Stockton situé une douzaine de kilomètres en aval. L'état naturel du fleuve était tel à cette époque qu'il fallait parfois cinq jours aux petits voiliers pour arriver à Stockton. La profondeur d'eau devant cette ville, était de 2m,70 à marée haute et de 30 centimètres seulement à marée basse. En 1809, la *Tees Navigation Company* fut fondée et on lui confia l'administration de la rivière ; des travaux d'amélioration furent immédiatement entrepris, et le mouvement maritime, qui était de 25 000 tonnes de jauge en 1809, atteignit 43 000 tonnes en 1812.

En 1825 on inaugura le chemin de fer Stockton-Darlington, qui accentua les progrès du port : le tonnage atteignit 88 000 tonnes en 1828. Vers 1830, une autre ligne de chemin de fer vint relier les bassins houillers de Durham à la rive gauche de la Tees, à Port Clarence, en même temps que la ligne Darlington-Stockton fut prolongée jusqu'au point, en aval, où furent fondés la ville et le port de Middlesbrough. Dès lors, la Tees devint un centre important d'exportation de charbon : le tonnage s'élevait, en 1840, à 650 000 tonnes, et, en 1846, quatre ans après l'ouverture du dock à Middlesbrough, il montait à 740 000. Ce fut un maximum. Malgré les travaux exécutés, la navigation sur le fleuve restait difficile, voire même dangereuse, pour les navires de fort tonnage, et la compagnie de chemin de fer de Port Clarence chercha un port plus sûr pour exporter son charbon. Elle construisit les docks de West-Hartlepool, inaugurés en 1847. Un trafic très important fut détourné vers ce nouveau port, au détriment de la Tees qui vit son mouvement maritime tomber à 290 000 tonnes, en 1855. Cette décadence du port amena la déchéance

de la *Tees Navigation Company*. L'administration du fleuve fut confiée en 1882 à la *Tees Conservancy Commission* composée au début de quinze, et plus tard de vingt-et-un membres, nommés par le Gouvernement et par les villes intéressées. A partir de cette époque, l'amélioration du cours de la rivière fut poursuivie d'une manière continue et méthodique. Plus de 40 kilomètres de murs de retenue resserrent les eaux de la marée, dans le fleuve et dans l'estuaire jusque près de l'embouchure.

Deux jetées brise-lames ont été construites à l'embouchure ; celle de la rive droite a pris 24 ans de travail, elle a une longueur de 4 kilomètres et sa largeur au niveau de la route atteint 70 mètres. Plus de 5 millions de tonnes de scories des hauts fourneaux ont été absorbées par cette construction. La jetée de la rive droite a une longueur de 1 kilomètre. Plus de 20 millions de mètres cubes de terres ont été enlevés du lit de la rivière.

Grâce à ces travaux, la profondeur à la barre, qui était de 1 mètre à peine à marée basse en 1863, est aujourd'hui de 6 mètres et atteint 11 mètres à marée haute. Plus de 1000 hectares de terrains, autrefois submergés à marée haute, ont pu être transformés en terrains industriels.

Lorsque le projet en cours d'exécution sera achevé, le fleuve aura, à marée basse, une profondeur minima de $2^{m},70$ à Stockton ; elle ira en augmentant graduellement jusqu'à $4^{m},50$, à l'entrée des bassins, à Middlesbrough ; à partir de là, cette profondeur sera maintenue jusqu'à la mer. Il y aura donc, à marée haute, $7^{m},80$ d'eau à Stockton et $9^{m},60$ à l'entrée des bassins à Middlesbrough. On ne s'en tiendra pas là : l'intention est de poursuivre l'approfondissement du chenal au delà des limites prévues par les projets actuels, au fur et à mesure que les ressources financières le permettront.

Les installations actuelles du port comprennent une multitude d'appontements et de quais échelonnés le long des deux rives et appartenant aux nombreux établissements industriels qui s'y rencontrent. A Stockton, il y a 350 mètres de quais d'accostage en rivière avec 7 mètres de profondeur d'eau à marée basse ; à Middlesbrough, on trouve un bassin à écluses de dix hectares de superficie et 2000 mètres de quais d'accostage. L'entrée a une largeur de 24 mètres et une profondeur d'eau, à marée haute, de 10 mètres au-dessus du radier. Il existe dans le port trois cales sèches dont deux de construction toute récente, la plus ancienne appartient aux *Tees Conservancy Commissioners*, les deux autres à une société de constructions navales ; il y a en outre deux *slips* ou cales de halage.

Somme toute, l'outillage du port n'est pas encore en rapport avec l'importance de son mouvement maritime; on se plaint notamment du manque d'installations modernes pour le chargement de charbon. Ainsi les navires qui restent en rivière ne peuvent recevoir le charbon que par barges, avec tous les désavantages du transbordement ; et ceux qui entrent au bassin, n'y trouvent que des installations insuffisantes pour les grands navires modernes. De plus, le bassin étant situé sur la rive sud, le charbon qui vient du nord, des houillères du Durham, doit faire un grand détour par Stockton, ce qui augmente les frais de transport. Aussi beaucoup de navires s'en vont-ils sur lest pour aller charger du charbon à West-Hartlepool ou à un des autres ports du district. Il est vrai que cette situation promet de s'améliorer ; on étudie, en effet, l'installation sur la rive nord, d'un port d'embarquement de charbon qui se trouverait plus rapproché que West-Hartlepool de plusieurs houillères importantes du Durham. Il est même étonnant que ces installations n'aient pas déjà été créées ; nul doute que l'explication ne doive être

cherchée en partie dans le fait, que la compagnie de chemin de fer du district à laquelle appartiennent les bassins de West-Hartlepool n'a pas intérêt à détourner le trafic de charbon de ce dernier port vers la Tees.

Le peu de développement des quais publics et des bassins du port s'explique par la nature même du trafic, réalisé en majeure partie par des navires apportant des minerais aux établissements métallurgiques établis sur les rives, ou venant chercher les produits de leur fabrication. Comme des autres ports du district, la fonction économique de Middlesbrough est donc essentiellement régionale, et le développement du port dépend complètement de la prospérité des industries locales.

C'est l'industrie métallurgique qui est de loin la plus importante. Elle prit naissance vers 1840, mais végéta dix ans. Ce fut la découverte des gisements de minerais du Cleveland, au sud de la ville, qui, vers 1850, y créa une situation exceptionnellement favorable pour la production du fer. Des hauts fourneaux furent construits et la production de la fonte, qui n'était que de 24 300 tonnes en 1851, monta à 179 000 en 1855, et à 468 000 en 1860. La fabrication du fer s'y développa simultanément : en 1873, il y avait à Middlesbrough onze firmes possédant 443 fours à puddler, produisant un total de 650 000 tonnes de fer par an. A partir de cette époque, la fabrication de l'acier se substitua graduellement à celle du fer ; mais, comme les minerais du Cleveland ont une haute teneur en phosphore, il fallut recourir aux minerais d'hématite du Cumberland et plus tard aux minerais importés de l'étranger. Plus tard, l'invention du procédé Thomas, permettant l'emploi des fontes phosphoreuses pour la fabrication de l'acier, vint donner à cette industrie tout son essor.

Production de fonte dans le district de Middlesbrough

Année	Fonte phosphoreuse	Fonte hématite	Total
1870	964 000 Tonnes	—	964 000 Tonnes
1880	1 626 000 »	—	1 626 000 »
1890	1 318 000 »	705 000 Tonnes	2 023 000 »
1900	1 323 000 »	902 000 »	2 225 000 »
1908	1 415 000 »	815 000 »	2 230 000 »

L'importation de minerais étrangers commença vers 1880 : en 1885, on en importe 500 000 tonnes ; en 1890, 950 000 ; en 1900, 1 250 000 et en 1908, 1 825 000, tandis que l'extraction dans les mines du Cleveland se maintenait entre 5 et 6 millions de tonnes par an.

En 1904, l'industrie métallurgique produisit 2 230 000 tonnes de fonte, 1 230 000 tonnes d'acier et 106 000 tonnes de fer.

A côté des hauts fourneaux et des laminoirs, s'est établie toute une série d'industries utilisant leurs produits : tréfileries, fabriques de tubes et de tuyaux, ateliers de construction de charpentes et de machines, et surtout des chantiers de constructions navales. Une grande partie des produits métallurgiques s'expédie cependant encore sous forme de fonte ou de produits laminés, soit vers d'autres districts, soit vers l'étranger.

L'industrie des produits chimiques de Middlesbrough doit son origine à la présence dans les minerais du Cleveland de pyrites utilisées pour la fabrication de l'acide sulfurique. La découverte d'un riche gisement de sel gemme d'une épaisseur de 30 à 40 m., à une profondeur de 300 à 350 m., amena la fondation de plusieurs nouvelles usines et donna un grand développement à cette industrie, à laquelle la récupération des

sous-produits de la fabrication du coke vint également donner un appoint sérieux.

Il y a, sur les bords de la Tees, à Middlesbrough et à Stockton, une demi-douzaine de chantiers de constructions navales importants, d'où sortent chaque année des navires pour une valeur de 45 millions de francs (moyenne de 1904-1908).

En 1831, Middlesbrough n'était qu'un village insignifiant dont le nombre des habitants ne dépassait guère 150. La création du port à cette époque et, plus tard, l'établissement de l'industrie métallurgique amenèrent une augmentation rapide de la population. En 1841, il y avait 4463 habitants ; en 1861, 18892 ; en 1881, 55 288 ; en 1901, 91 302 ; et actuellement plus de 100 000. A Stockton, la population a passé de 7763 à plus de 55 000, sans compter le faubourg de Thornaby qui compte plus de 17 000 âmes.

Les navires qui arrivent avec chargement viennent surtout de Russie et des pays scandinaves (bois et minerais), d'Espagne, d'Algérie et de Grèce (minerais), tandis que les navires sur lest viennent d'Allemagne, de Belgique, de Hollande et de France.

A la sortie, les navires se dirigent surtout vers l'Allemagne, la Belgique et la Hollande, les pays scandinaves, l'Italie, les États-Unis, le Canada, les Indes et le Japon.

Le fret abondant fourni par l'industrie métallurgique attire à Middlesbrough bon nombre de navires qui ont dû quitter les ports continentaux de la Mer du Nord sur lest ou avec cargaison complète. Par contre, bon nombre de navires arrivés à Middlesbrough ou à Stockton avec du minerai ne regagnent pas directement leur point de départ, mais se rendent d'abord à un des ports voisins pour y prendre une cargaison de charbon, ce qui explique, dans le tableau suivant, le fort tonnage des navires se rendant sur lest vers les ports du Royaume-Uni.

Mouvement maritime des ports de Middlesbrough et de Stockton (1)

Tonnage des navires à l'entrée

Années	A MIDDLESBROUGH						A STOCKTON					
	De l'étranger et des colonies		Du Royaume-Uni		Total		De l'étranger et des colonies		Du Royaume-Uni		Total	
1880	507 000	57,1 %	555 000	30,5 %	1 062 000	43 %	61 000	90,0 %	95 000	57,0 %	156 000	70,0 %
1890	834 000	56,5 »	638 000	18,2 »	1 472 000	46,5 »	93 000	87,0 »	104 000	86,5 »	197 000	87,0 »
1900	1 096 000	70 »	613 000	19,6 »	1 709 000	52,0 »	133 000	92,0 »	105 000	80,0 »	238 000	86,5 »
1908	1 492 000	56,5 »	876 000	20,9 »	2 368 000	43,5 »	129 000	88.5 »	107 000	69,0 »	236 000	79,5 »

(1) Tonnage net en tonnes Moorsom. La seconde colonne indique le tonnage des navires avec chargement en % du tonnage total donné dans la première colonne.

Mouvement maritime des ports de Middlesbrough et de Stockton (1)

Tonnage des navires à la sortie

	De MIDDLESBROUGH						De STOCKTON					
Années	Vers l'étranger et les colonies		Vers le Royaume-Uni		Total		Vers l'étranger et les colonies		Vers le Royaume-Uni		Total	
1880	455 000	94,2 %	548 000	68,0 %	1 003 000	80 %	15 000	80 %	151 000	29,0 %	166 000	36 %
1890	624 000	97,0 »	847 000	45,0 »	1 471 000	67,0 »	15 000	80,0 »	171 000	26 »	186 000	30,5 »
1900	822 000	89,0 »	852 000	33,4 »	1 734 000	62,5 »	43 000	42,0 »	217 000	29,5 »	260 000	31,5 »
1908	1 345 000	94,5 »	1 108 000	29,5 »	2 453 000	65,1 »	22 000	81,8 »	218 000	27,0 »	240 000	32,1 »

(1) Tonnage net en tonnes Moorsom. La seconde colonne indique le tonnage des navires avec chargement en % du tonnage total donné dans la première colonne.

Mouvement commercial des ports de la Tees : Middlesbrough et Stockton

	Importations			Exportations		
	En millions de francs			En millions de francs		
Années	Middlesbr.	Stockton	Total	Middlesbr.	Stockton	Total
1870	—	—	—	32,1	9	33,0
1880	14,2	6,4	20,6	51.1	1,3	52,4
1890	15,8	6,1	31,9	88,0	2,4	90,4
1900	41,7	7,1	48,8	164,5	11,0	175,5
1904-8 (moyenne)	49,2	10,0	59,2	168,8	9,4	178,2

Les importations comprennent (moyenne annuelle 1904-1908) :

	Millions de francs		
Minerais de fer et manganèse	44,9 (5,5)	soit	75,9 %
Bois	2,2	»	3,7 »
Fer et acier	3,5 (1,4)	»	5,9 »
Zinc	1.9	»	3,2 »
Machines	6	»	1,0 »
Céréales	2,8 (2,2)	»	4,7 »
Divers	3,3 (0,9)	»	5.5 »
Total	59,2 (10,0)	»	100,0 »

Les exportations comprennent, pour la même période :

Métaux	126,2 (6,6)	soit	70,9 %
Machines et matériel de chem. de fer	11,3 (0,1)	»	6,3 »
Charbons	1,4	»	0,8 »
Produits et engrais chimiques	10,5	»	5,9 »
Tissus, laine et coton	10,1	»	5,7 »
Sel	0,8	»	0,4 »
Navires pour l'étranger	10,1 (2,6)	»	5,7 »
Divers	7,6 (0,1)	»	4,3 »
Total	178,1 (9,4)	»	100,0 »

Les chiffres entre parenthèses se rapportent à Stockton.

Quantités de matières importées et exportées dans les ports de la Tees

Importations	1886			1908		
	Étranger et Colonies	Cabotage	Total	Étranger et Colonies	Cabotage	Total
	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes
Minerais	558 000	45 000	603 000	1 975 000	63 000	2 038 000
Fers et aciers	2 000	30 200	32 200	22 000	18 700	40 700
Autres métaux, zinc, plomb	—	—	—	2 800	—	2 800
Céréales et farines	14 500	31 000	45 500	11 500	2 000	33 500
Autres produits alimentaires	—	1 500	1 500	1 600	11 000	12 600
Ciment	—	1 400	1 400	3 400	10 300	13 700
Soufre	3 700	—	3 700	—	—	—
Bois	25 000	3 600	28 600	55 000	7 700	62 700
Matières premières p^r papeteries	5 000	—	5 000	—	—	—
Matières pondér., fondants, etc.	9 000	48 000	57 000	18 000	132 000	150 000
Pétrole	—	—	—	—	2 400	2 400
Divers	2 800	4 300	7 100	5 700	12 900	18 600
Total	620 000	165 000	785 000	1 095 000	280 000	2 375 000

Exportations	1886			1908		
	Étranger et Colonies	Cabotage	Total	Étranger et Colonies	Cabotage	Total
	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes
Produits métallurgiques.	594 000	520 000	1 114 000	1 356 000	555 000	1 911 000
Matériel de ch. de fer, canons etc.	—	—	—	23 100	400	23 500
Métaux : zinc, plomb etc.	—	—	—	700	—	700
Céréales et farines	—	2 200	2 200	—	6 700	6 700
Briques réfractaires et scories	12 500	21 100	13 600	156 000	23 000	179 000
Charbon de coke (y compris charb. de soute)	111 000	32 000	143 600	231 000	5 000	236 000
Sel	300	28 300	28 600	53 000	50 000	103 000
Goudrons et produits chimiques	5 500	2 000	7 500	84 000	4 800	88 800
Bois	1 000	—	1 000	1 900	—	1 900
Papier	—	—	—	1 300	100	1 400
Ciment	—	—	—	—	9 300	9 300
Verre	—	800	800	800	—	800
Divers	700	1 000	2 200	2 200	2 700	4 900
Total	725 000	588 000	1 313 000	1 910 000	657 000	2 567 000

En plus, pour 1908, 15 300 ballots de tissus de laine, lin et coton.

Aux importations de l'étranger, la part des minerais est de loin la plus importante et consiste principalement en minerais de fer d'Espagne (1 242 000 tonnes), de Suède et de Norvège (279 000), d'Algérie (250 000), etc.; et en minerai de manganèse des Indes (48 000 tonnes), de Russie (30 000).

Les fers et aciers importés de l'étranger au centre d'un district, lui-même producteur, aussi important ont suscité de nombreuses polémiques sur la décadence de l'industrie anglaise : les chiffres que nous avons cités montrent qu'il ne faut pas y attacher trop grande importance. Ces importations consistent principalement en *blooms* (18 600 tonnes sur un total de 22 000 en 1908).

Les bois viennent des pays du nord : Suède, Norvège, Russie. Le zinc vient de Belgique et de Hollande, et les céréales de l'Amérique du Sud et de l'Allemagne (avoine).

Quant aux importations des ports anglais, elles comprennent une quantité de produits de pays étrangers transbordés aux grands ports distributeurs : tels sont les céréales venant de Hull, et les produits alimentaires, sucre, riz, denrées coloniales, etc., dont une grande partie arrive de Londres.

Les ports belges envoient le ciment, le verre, les produits métallurgiques (en transit de l'Allemagne), le sable blanc de Campine pour verreries (10 000 tonnes) et le zinc.

Commerce d'exportation. — Middlesbrough et la Tees doivent le premier essor de leur développement commercial à l'exportation du charbon. En 1845, ce commerce était à son apogée : on expédiait 563 000 tonnes de combustible. Bientôt la concurrence de West-Hartlepool amena la déchéance : en 1861, cette quantité était tombée à 344 000 tonnes; en 1898, elle n'était plus que de 62 000 tonnes (non compris le charbon

de soute). Le développement de l'industrie sidérurgique qui utilise sur place une grande partie du combustible qui autrefois prenait le chemin de l'étranger, contribua d'ailleurs aussi à ce résultat. Depuis quelques années on remarque cependant un relèvement dans l'exportation du charbon.

Ce sont les usines métallurgiques qui fournissent le principal fret de sortie, comme valeur et comme quantité.

Produits métallurgiques exportés de la Tees (1)

	1886			1908		
	Étranger et Colonies	Cabotage	Total	Étranger et Colonies	Cabotage	Total
te en gueuses	323 000	440 500	763 500	907 000	368 000	1 275 000
s, cornières, poutrelles	15 000	15 000	30 000	142 000	32 000	174 000
aux et produits de fonderie	20 000	16 500	36 500	27 000	25 000	52 000
ms d'acier	6 500	24 000	30 500	—	—	—
s, éclisses, traverses	206 000	20 000	226 000	228 000	76 000	304 000
rpentes, etc.	22 500	4 000	26 500	19 000	50 000	69 000
luits galvanisés	—	—	—	33 000	4 000	37 000
rs	2 000	—	2 000	—	—	—
Total	595 000	520 000	1 115 000	1 356 000	555 000	1 911 000

Presque tous les pays du monde sont tributaires des usines de la Tees. Ainsi, en 1908, on expédia 51 000

(1) Données extraites des statistiques publiées par les *Tees Conservancy Commissioners,* dont l'exercice se clôture au 31 octobre. Il n'y a donc pas concordance avec les chiffres du *Board of Trade.*

tonnes de fonte vers la Belgique et 163 000 vers la Hollande ; l'Allemagne en reçut 228 000, le Danemark 33 000, la Suède et la Norvège 81 000, la France 49 000, l'Italie 152 000, le Japon 38 000, etc.

Quant aux autres produits métallurgiques, les principaux clients sont l'Afrique, les Indes, la Chine, le Japon et l'Amérique du Sud. A noter aussi qu'une partie des produits en cabotage sont destinés à être transbordés pour l'étranger.

Le matériel de chemin de fer, les machines et les armes de guerre s'expédient principalement vers les Indes et le Japon.

Les produits chimiques consistent surtout en sulfate d'ammoniaque ; les clients les plus importants sont le Japon (16 300 tonnes) et l'Espagne (2600). Les autres produits sont l'anthracine, le benzol, les dérivés du goudron, la soude caustique et le sulfate de soude. Le brai s'expédie vers la Belgique (33 400 tonnes) et la France (12 800) pour la fabrication des briquettes.

Les tissus de laine et de coton (15 300 ballots en 1908) proviennent des districts industriels de l'intérieur : c'est une marchandise de transit qui arrive à Middlesbrough pour être embarquée sur les vapeurs des lignes régulières vers les Indes et le Japon qui, par suite de l'abondance du fret fourni par l'industrie métallurgique, ont fait de Middlesbrough un de leurs ports d'escale.

La construction navale y est également florissante, mais ne représente pas comme dans d'autres ports de la *North East Coast* un élément relativement aussi important de l'activité industrielle du district. Les navires construits pour l'étranger représentent 5,7 % de la valeur des exportations. Si nous tenons compte de tous les navires construits tant pour l'Angleterre que pour l'étranger, cette proportion deviendrait 21,1 %. On a, en millions de francs :

Valeur des produits métallurgiques exportés	126,3	59,3 %
Valeur des navires construits (approx.)	45,0	21,1 %
Valeur des autres produits exportés	41,7	19,6 %
Total :	213,0	100,0 %

Afin de mieux faire ressortir le caractère du mouvement maritime et commercial des ports de la *North East Coast*, comparons le total des chiffres qui s'y rapportent à celui de l'ensemble de tous les ports du Royaume-Uni et nous constatons pour ces ports, dont l'hinterland ne compte guère plus de 2 500 000 habitants :

Tonnage en milliers de tonnes Moorsom

	Ports de la *North East Coast*		Ports du Royaume-Uni		
A l'entrée : de l'étranger et des colonies	10 610	sur	65 469	soit	16,2 %
» en cabotage	8 844	»	58 769	»	15,1 »
A la sortie : vers l'étranger et les colonies	12 349	»	65 977	»	18,7 »
» en cabotage	6 600	»	58 097	»	11,3 »
Total :	38 403		248 302		15,5 »

Le tonnage des navires arrivant de l'étranger et des colonies *avec chargement* représente 6,5 % du tonnage avec chargement pour tous les ports du Royaume-Uni : tandis que pour les navires arrivant sur lest la proportion est de 31,6 %. Pour les arrivées en cabotage, ces chiffres deviennent respectivement 4,1 et 27,1 %.

A la sortie, par contre, nous trouvons que le tonnage des navires quittant avec chargement pour l'étranger et les colonies représente 20,9 % du total pour le Royaume-Uni, et pour les navires sur lest la proportion est de 5,4 %. Pour le cabotage, les proportions sont respectivement 14,3 % et 8,1 %.

Mais si nous envisageons le mouvement commercial

au point de vue de la valeur des marchandises, les importations de la *North East Coast* ne représentent plus que 2,5 ° ₀ de la valeur des importations pour tout le Royaume-Uni, tandis que pour l'exportation la proportion est de 6,1 ° ₀. Quant au commerce de transbordement pour l'étranger, il est pour ainsi dire nul : la valeur des marchandises réexportées par les ports de la *N.-E. Coast* ne dépasse pas 2 000 000 fr. sur un total de 2 milliards pour l'ensemble des ports du Royaume-Uni.

Ces chiffres font clairement ressortir la part prépondérante qu'occupent encore, dans le commerce des ports que nous venons d'étudier, les matières premières et les produits pondéreux de valeur relativement faible.

J. Meuwissen.

CONCLUSIONS (1)

Nous voici au terme de nos réunions. Les dernières communications que nous venons d'entendre couronnent dignement la série de leçons qui nous ont été présentées sur la fonction économique des ports.

Tout a été dit vraiment, et il ne me reste, comme président, qu'à dégager brièvement quelques-unes des idées principales qui doivent se fixer dans nos esprits.

On peut dire d'abord que nos conférenciers ont mis en lumière ce premier fait qu'étudier le développement et l'organisation des ports, c'est étudier l'un des côtés les plus importants de la vie économique actuelle de l'humanité. L'étude des ports est d'abord l'une des plus propres à faire ressortir les contrastes qui existent entre les modalités actuelles de la vie économique et celles qui existaient dans les siècles passés. En nous parlant du mouvement des ports, des chiffres énormes de tonnage que les statistiques nous font connaître, nos conférenciers nous ont montré en second lieu que les communications par mer jouent un rôle de plus en plus considérable dans les relations entre les peuples. Dès maintenant les trois quarts du commerce extérieur mondial se font au moyen de navires et l'ensemble des flottes commerciales des grandes nations représente un chiffre de plus de quarante millions de tonnes. Une troisième constatation a été faite. Jadis les peuples vivaient, en somme, repliés sur eux-mêmes. Ils acceptaient l'idée de l'exclusivisme de l'État commercial fermé. Aujourd'hui chaque nation cherche à sortir d'elle-même pour conquérir des marchés nouveaux. Nous assistons aujourd'hui à de grandes batailles économiques, pacifiques sans doute, mais acharnées,

(1) Allocution de clôture, par M. G. Blondel, président de la cinquième Section de la Société scientifique, en la séance du 7 avril 1910.

qui se déroulent sur toutes les mers du globe ; nous assistons à des conflits auxquels toutes les nations civilisées, qu'elles le veuillent ou non, sont forcément mêlées. Celles qui s'en désintéresseraient seraient condamnées à s'ensevelir parmi les nations en décadence. Pour ces guerres nouvelles, comme pour celles qui se déroulent sur les champs de bataille, il faut un armement et un outillage : un des principaux éléments de cet outillage, ce sont précisément les ports. Les ports sont des organes essentiels de communications entre les peuples ; il faut donc de toute nécessité qu'ils s'adaptent à certaines exigences.

Les mémoires qui nous ont été présentés sur les ports d'autrefois ont fait ressortir les principaux contrastes qui existent entre les conceptions des ports de l'antiquité ou du moyen âge, et les idées actuelles. Les services qu'on demandait aux ports étaient peu de chose à côté de ceux qu'on leur demande maintenant. Nous sommes même loin du temps où ce qui semblait le port idéal c'était le port « naturel », comme le vieux port de Marseille, la Corne d'Or de Constantinople, ou la baie de Rio de Janeiro. On peut dire que les plus grands ports actuels, Londres et Liverpool, Hambourg et Rotterdam, Anvers et Marseille, doivent plus à la main de l'homme qu'à la nature.

On a tout particulièrement insisté sur les différentes fonctions que les ports peuvent remplir : à ce point de vue, les ports diffèrent profondément les uns des autres. Nos divers rapporteurs ont été cependant unanimes à constater qu'il y a au moins deux exigences fondamentales auxquelles ils doivent se soumettre : 1° il faut d'une part qu'ils réunissent certaines conditions techniques, qu'on y trouve certains aménagements matériels ; 2° il faut qu'ils soient des organismes au point de vue industriel et commercial, des organismes attirant les marchandises et facilitant les transactions.

Au point de vue technique, la plus importante des exigences actuelles c'est une profondeur considérable, ce qui est la conséquence des transformations dans l'architecture navale dont on nous a plusieurs fois parlé ; on veut aujourd'hui que les navires (et il y a des navires qui ont dix mètres de tirant d'eau) puissent entrer dans les grands ports à toute heure de la marée ; on veut tout au moins qu'ils ne soient pas obligés d'attendre trop longtemps dans les avant-ports. La deuxième exigence au point de vue technique, c'est que les ports aient un outillage convenable ; il faut qu'on y trouve en quantité suffisante grues, bigues, pontons, cabestans ; il faut qu'il y ait une quantité notable de voies ferrées aboutissant aux quais et qu'il y ait sur ces quais des hangars, des entrepôts, des magasins.

Les exigences d'ordre technique ne sont pas les seules ; on nous a montré aussi qu'un port doit être un organisme au point de vue industriel et commercial. C'est à ce point de vue surtout que les différentes fonctions des ports sont étroitement liées à l'essor économique des pays auxquels ils appartiennent. On nous a montré que leur développement est influencé au plus haut point par l'activité économique des contrées qu'ils desservent, comme aussi par la nature de leurs forces productrices. L'un des faits sur lesquels on a justement insisté, c'est que l'industrie de tous les grands pays civilisés s'outille de plus en plus en vue de l'expansion extérieure, et non plus seulement en vue de la consommation intérieure. Les pays où cette orientation est plus accentuée, comme l'Allemagne, l'Angleterre, la Belgique, la Hollande, peuvent entreprendre plus aisément de grands travaux pour l'amélioration de leurs ports avec la pensée que ces travaux seront rémunérateurs. La France, j'ai dû le constater même en parlant de Marseille, du Havre et de Rouen, est dans une situation moins favorable. La population s'y accrois-

sant peu, la vie industrielle y est moins intense, le pays peut plus aisément se replier sur lui-même et s'occuper de sa consommation intérieure. Et puis la France n'a pas de fret lourd à exporter, et il faut du fret lourd pour mettre dans les flancs des énormes navires qu'on construit aujourd'hui. La question du fret au point de vue de la fonction économique des ports est une question capitale : c'est à la houille et au fer que la Grande-Bretagne a dû, pendant la plus grande partie du XIXe siècle, son merveilleux développement. La Grande-Bretagne avait du fret en abondance, c'est elle qui fournissait le monde de combustibles, de fonte, de fer, de machines, d'instruments de toutes sortes. Et c'est en voulant faire comme elle que l'Allemagne a pris au point de vue maritime tant d'importance.

En parlant de la fonction commerciale des ports, vos rapporteurs ont mis en évidence un fait très important, ce fait qu'un port doit être un organe de suture entre les voies ferrées et les voies maritimes. On a particulièrement insisté sur l'utilité de la bonne disposition des installations. Qu'il s'agisse de la manipulation des marchandises ou du transbordement des voyageurs (car il y a aussi un fret humain), il faut que cela se fasse avec rapidité ; plus que jamais le temps est de l'argent, « time is money ».

La question de rapidité joue un rôle d'autant plus important que ces grands navires de plus de deux cents mètres de long représentent un énorme capital, nécessitent des dépenses journalières trop élevées pour qu'ils puissent rester longtemps inactifs : leur raison d'être, c'est le mouvement ; leur rémunération, c'est le fret.

Je dois me borner, Messieurs, à ces brèves considérations, mais je suis sûr d'être l'interprète de vos sentiments en remerciant une dernière fois les rapporteurs qui nous ont permis d'entreprendre une si fructueuse enquête.

En mettant ce beau sujet « la fonction économique

des ports » à l'ordre du jour de ses travaux, la Société scientifique n'a pas entendu exagérer la portée de son enquête.

Tous ici nous sommes de ceux qui pensent qu'on ne doit pas juger le degré de civilisation d'un pays uniquement d'après l'intensité de sa vie économique, l'accroissement de ses exportations et de ses importations ; une civilisation trop utilitaire peut même offrir de graves dangers. Mais l'expérience prouve aussi que les qualités les plus hautes, les aspirations les plus idéales ont besoin en quelque sorte d'un point d'appui matériel. Les grandes nations ne peuvent laisser de côté les problèmes qni touchent à la vie maritime sans s'exposer à déchoir.

Les luttes commerciales ont en outre, à une époque où l'on se plaint de l'anémie des volontés, plus d'importance qu'on ne se l'imagine d'ordinaire, elles trempent les caractères, elles fortifient les volontés, elles montrent l'utilité de l'association, de l'effort commun. Il est probable que le XXe siècle, qui nous réserve sans doute quelques surprises, nous fera assister à un nouvel effort de l'homme pour mettre en valeur les régions du monde qui, par des causes diverses, sont encore en retard ; pour civiliser, transformer peut-être, en s'aidant des magnifiques découvertes de la science contemporaine, des régions jadis regardées comme inutilisables. C'est un devoir pour les peuples les plus avancés en civilisation de ne pas se dérober devant la tâche qui s'impose à l'humanité. La Belgique qui s'adapte si énergiquement à l'évolution contemporaine, ne faillira pas à la mission qu'elle s'est donnée. Elle ne manquera pas de recueillir bientôt la récompense de ses efforts, et de conquérir la place à laquelle les qualités de ses habitants et ses ressources naturelles lui permettent de prétendre.

G. Blondel.

L'ADMINISTRATION DES PORTS

La réorganisation administrative du port de Londres, les projets de M. Millerand et les vœux réitérés des Chambres de commerce françaises en faveur de l'autonomie des ports nous invitent à compléter la série des monographies relatives à la fonction économique des ports par une vue d'ensemble des systèmes d'administration en vigueur dans les principaux pays. Les avantages de la position géographique ou les facilités d'accès ne suffisent pas, en effet, pour assurer la prospérité des centres commerciaux et maritimes; partout, l'œuvre de la nature doit être corrigée, améliorée, complétée et l'ampleur de ces travaux, leur prompt achèvement, leur utilisation dépendent dans une très large mesure du régime qui préside à l'administration et à l'exploitation des ports.

En France, leur centralisation aux mains de l'État date du premier Empire et de la Restauration. Pendant environ soixante ans, jusqu'au vote de la loi du 14 décembre 1875, ce fut lui qui s'engageait à ordonner et à exécuter seul tous les travaux publics maritimes. Mais quand, par suite du développement de la marine à vapeur et de l'augmentation du tonnage des navires, s'imposa la construction et l'agrandissement des chenaux d'accès, des bassins, des quais et des cales sèches, le budget se trouva incapable de supporter cet accroissement de charges nouvelles : trop nombreux étaient

les ports où des travaux coûteux étaient réclamés. Aussi la collaboration financière des « intéressés », villes et Chambres de commerce, sous forme d'avances remboursables, fut-elle acceptée. Inauguré en 1875, ce système fut dès 1879 abandonné pour celui des subventions : c'était la conséquence de l'adoption du plan Freycinet qui entraînait un demi-milliard de dépenses dans les ports. Depuis cette date, les travaux exécutés par l'État sont payés en partie à l'aide de fonds de concours fournis par les départements, les villes et les Chambres de commerce, qui pour se couvrir de ces dépenses, lèvent avec son autorisation diverses taxes de péage sur les navires fréquentant le port. Il est passé en usage que les intéressés paient au minimum la moitié (1) des sommes prévues dans les devis et qu'ils prennent à leur charge tous les dépassements de crédit ; c'est donc généralement 60 ou même 70 % de la dépense qui leur incombe. L'État qui n'en supporte plus que la petite moitié ou le tiers continue cependant à garder seul l'administration des ports (2).

Ce sont les Chambres de commerce qui établissent l'outillage public, grues, hangars et entrepôts, et qui

(1) Ainsi, par exemple, dans la construction du canal de Marseille au Rhône, l'intervention de l'État atteint juste la moitié de la dépense ; l'autre moitié, soit 35 500 000 fr., sera versée au Trésor par la Chambre de commerce de Marseille (22 166 668 fr.), le département des Bouches-du-Rhône (6 666 666 fr.) et la ville de Marseille (6 666 666 fr.). — En 1890, la Chambre de commerce de Dunkerque assume la presque totalité (4 500 000 sur 4 900 000 fr.) des frais d'élargissement du chenal. En 1903, la même Chambre, avec le concours de la ville de Dunkerque, vote une participation de plus de 8 millions aux dépenses prévues pour l'agrandissement du port ; défalcation faite des millions absorbés par les travaux militaires du déplacement des fortifications, cette contribution locale atteint les 68 % du total.

(2) Il n'existe en France que deux installations maritimes appartenant à des sociétés privées : les docks de la Joliette, propriété de la Société des docks et entrepôts de Marseille, et les appontements de Pauillac établis en eau profonde à 50 kilomètres en aval de Bordeaux et destinés à recevoir les navires que leur tirant d'eau empêche de remonter la Gironde.

l'exploitent sous le contrôle des ministres du Commerce et des Travaux publics (1).

Envisagée en elle-même, la collaboration financière des intéressés ou la diminution de la quote-part de l'État est loin d'être un mal. N'est-il pas juste que les départements et les localités, qui seront les premiers à profiter des travaux maritimes entrepris, assument dans les dépenses une part proportionnelle à leurs ressources présentes et aux avantages espérés ? Mais le vice du système réside dans son mode d'application, dans les conditions dont dépend le vote des crédits demandés. En vertu de la loi du 27 juillet 1879 « les grands travaux publics, bassins et docks entrepris par l'Etat ou par des compagnies particulières ne peuvent être autorisés que par une loi rendue après enquête administrative, et, en aucun cas, les travaux dont la dépense doit être supportée en tout ou en partie par le Trésor, ne peuvent être mis en exécution qu'en vertu de la loi qui crée les voies et moyens ou d'un crédit préalablement inscrit à un des chapitres du budget ». Légalement consacrée par cette prudente prescription du règlement budgétaire, la centralisation administrative ne peut que retarder l'examen et l'exécution des travaux, et même, par un retour aussi désastreux qu'imprévu, ne conduit-elle pas à des augmentations considérables de dépenses ? L'État, en effet, est trop loin pour prévoir et préparer les transformations et les agrandissements exigés par l'évolution des conditions de la concurrence. Il ne proposera l'amélioration d'un port que lorsque son insuffi-

(1) Ce contrôle et cette tutelle sont parfois très onéreux. A Dunkerque, la Chambre de commerce n'a pas été libre d'adopter un type de hangar simple et économique. Les môles, sur lesquels elle construisait, appartenaient à l'État qui lui concédait pour 50 ans l'emplacement nécessaire et se réservait le droit d'approuver les plans. Le service des Ponts et Chaussées fut chargé de ce soin et, grâce à son intervention, le hangar y revint à 50 et même à 70 fr. le mètre superficiel de terrain couvert, soit le double environ de ce qu'il a coûté à Anvers (Paul de Rousiers, *Les grands ports de France).*

sance sera déjà passée depuis longtemps à l'état de fait, et souvent, les plans élaborés ne tiendront pas compte des nécessités de l'avenir. Si en Belgique, où tout l'effort peut pour ainsi dire se concentrer sur un point, sur Anvers, on se ressent néanmoins des hésitations et des lenteurs administratives et de l'opposition politique, que sera-ce en France, où, à cause de l'étendue et de la situation géographique des côtes, on compte cinq ou six ports d'intérêt général, et où l'administration de ces ports relève de cinq ministères ?

Supposons l'État enfin décidé, sous la poussée des réclamations des intéressés, à entreprendre les travaux demandés ; il faudra dresser les plans, mener l'enquête administrative préalable exigée par la loi, soumettre à la discussion et au vote des deux Chambres le projet en question, si bien qu'avant leur complet achèvement, bassins, quais ou canaux sont déjà démodés. Plus de quinze mois s'écoulèrent entre le moment où fut terminée l'enquête relative au bassin de la Madrague à Marseille et celui où le projet de loi fut présenté au Parlement. Le bassin de la Pinède a été achevé en 1906, ou 11 ans après le premier coup de pioche et 17 ans après l'adoption des plans. Comme l'a rappelé M. Blondel dans la monographie du Havre, c'est 17 ans après que l'insuffisance de ce port fut dûment constatée et 13 ans après le dépôt du premier projet d'agrandissement, que les travaux furent commencés. N'a-t-il pas fallu 20 ans pour exécuter à Dunkerque le programme Freycinet qui cependant n'excédait pas 50 millions ?

La cause de ces lenteurs réside aussi dans l'insuffisance des ressources. La tendance des démocraties à multiplier le nombre des fonctionnaires, à augmenter les attributions de l'État, à le faire participer aux assurances, aux secours mutuels, aux pensions ouvrières, amène presque fatalement d'énormes augmentations de

dépenses; pour rétablir l'équilibre du budget il est une victime toute désignée : les crédits affectés aux travaux publics (1). On les répartira sur un nombre considérable d'exercices budgétaires, et ainsi ils ne pourront être employés au fur et à mesure des progrès des travaux. Comme le Parlement peut à son gré modifier chaque année cette répartition lors de la discussion du budget, libre à lui de remettre ainsi en question ou de retarder des ouvrages en cours d'exécution. De là, suspensions et interruptions fréquentes des travaux, parce que la totalité des crédits accordés pour un an sont épuisés au bout de quelques mois seulement. Aussi l'entrepreneur, sachant qu'il doit compter avec les surprises du budget, soumissionne-t-il à des prix qui compensent la longue immobilisation de son matériel et les fluctuations toujours à craindre sur le marché des matériaux et de la main-d'œuvre. Ce régime a même sa répercussion sur les budgets des Chambres de commerce. Grevés de lourds emprunts, ils sont atteints par l'ajournement des recettes et aussi par la diminution de la matière imposable, conséquence de l'éloignement des navires et des détournements de trafic au profit des ports concurrents : sous la mainmise de l'État, en effet, les ports français parviennent à être à la fois ceux qu'on améliore le moins et ceux dont la fréquen-

(1) Sur un budget de 4 milliards, écrit M. Maurice Schwob, nous n'inscrivons même plus 30 millions de travaux publics neufs, c'est-à-dire moins de 1 %. Que vaudrait un industriel qui ne consacrerait pas 1 % de son chiffre d'affaires à son renouvellement d'outillage ?

En 1901, la commission nommée par la Chambre pour examiner le projet Pierre Baudin avait majoré de 53 millions le programme des travaux élaboré par le Conseil Supérieur du Commerce et de l'Industrie. La Chambre elle-même l'accrut encore de 40 millions et vota, le 28 janvier 1902, un projet comportant 703 millions de dépenses. L'État se flattait d'obtenir 300 millions des intéressés. Néanmoins, 17 mois plus tard, le 23 juin 1903, le Sénat réduisit les dépenses à 292 millions (Louis Laffitte, *L'expansion économique de la France).*

(2) *Rapport de M. Maurice Taconnet sur l'autonomie du Havre*, et BULLETIN DE LA LIGUE MARITIME FRANÇAISE, juin 1904.

tation coûte le plus cher (2). Aussi la question de leur autonomie fut-elle soulevée déjà vers 1868 par plusieurs Chambres de commerce, notamment par celle de Bordeaux ; elle fut posée pour la première fois au Parlement en 1886, puis en 1889 et 1899, mais toujours sans succès. En 1905, la Chambre de commerce du Havre, après avoir entendu le rapport de M. Maurice Taconnet, adopta un vœu en faveur de l'autonomie de ce port. Deux ans plus tard, la Ligue Maritime Française émet à son tour le vœu de voir ce régime s'étendre aux autres ports du pays. MM. Siegfried et Brindeau ont, en 1908, proposé aux Chambres une loi déterminant la composition et les pouvoirs des autorités qui seraient chargées d'administrer les ports devenus autonomes ; enfin, le Gouvernement actuellement au pouvoir a inscrit dans sa déclaration, lue en juillet 1909, l'autonomie des ports de commerce au nombre des réformes qu'il entendait réaliser (1).

En Angleterre, nous rencontrons le régime le plus opposé au système français : la décentralisation.

Les ports sont administrés par des Sociétés commer-

(1) D'après le projet rectifié, déposé le 19 octobre sur le bureau de la Chambre, le conseil administratif du port comprendrait 15 membres : le président de la Chambre de commerce, président ; 5 membres désignés par la Chambre de commerce dont trois pris dans son sein et deux choisis parmi les armateurs, les courtiers maritimes de la place ; un des membres du conseil général du département désigné par lui ; un des membres du conseil municipal désigné par lui ; 5 membres nommés par décret dont deux sur proposition du ministre des Travaux Publics, deux sur proposition du ministre du Commerce et un sur proposition du ministre des Finances ; un membre appartenant à une des entreprises de transports terrestres ou fluviaux desservant le port, nommé par décret après avis de la Chambre de commerce ; enfin un ouvrier du port. Dans ses grandes lignes, voici les attributions du Conseil : l'entretien, les améliorations et extensions du port et des voies d'accès ; l'installation et l'administration de l'outillage public ; la surveillance de l'établissement et de l'exploitation des voies ferrées des quais ; la police du port et le pilotage. Investi de la personnalité civile, le Conseil ne pourrait cependant, sans y être autorisé, acquérir ni aliéner des immeubles, emprunter, contracter des baux de plus de 18 ans de durée. Les droits de quai, le produit de l'exploitation de l'outillage public, les subventions de l'État forment ses ressources ordinaires.

ciales, par des Ports Authorities ou corporations de compositions diverses ; une seule ville, Bristol, administre le port qui lui appartient. Des compagnies de chemins de fer et des compagnies propriétaires de canal ont établi et exploitent des bassins dans les ports où elles ont cru trouver des conditions favorables au développement de leur trafic. Ainsi, le commerce d'importation et d'exportation de Manchester, ayant à se plaindre des lourdes charges dont le grevaient et la cherté du port de Liverpool et les frais de transbordement et de transport des marchandises par voie ferrée, une réunion de négociants émit en 1882 l'idée de créer, à Manchester même, un port maritime en reliant cette ville à l'estuaire de la Mersey par un canal praticable aux vapeurs de mer. Une société se forma qui reçut d'une loi, en 1885, avec le nom de Manchester Ship Canal, l'existence légale et les pouvoirs d'exécuter, d'administrer et d'exploiter un port à Manchester et le canal maritime y conduisant. La compagnie fit immédiatement au crédit un premier appel qui échoua ; un second fut plus heureux. Les travaux commencèrent pendant l'automne de 1887, et le canal fut ouvert à la navigation le 1er janvier 1894.

Les Ports Authorities sont des corporations ayant le caractère légal de corps publics et constituées à l'effet de gérer les intérêts maritimes locaux. En général, elles comprennent des membres de droit, représentant certaines autorités régionales ou supérieures et des membres élus par les négociants, les armateurs, les *dock ratepayers* qui remplissent certaines conditions variables suivant les ports. Toutes ces administrations ont un caractère commun : pour acquérir le sol où elles établiront leur port ou leurs bassins, elles doivent obtenir du Parlement l'*act* qui les autorise à se constituer. L'État, en effet, dans la personne du Roi, est propriétaire éminent de tout le territoire et

c'est au Parlement qu'est dévolu le pouvoir absolu d'en disposer. L'*act* fixe également les conditions de l'exploitation, par exemple, les maxima que les droits de port ne pourront dépasser ; mais pleine liberté est laissée aux concessionnaires de gérer les affaires du port à leur guise. Par contre, ils doivent pourvoir sous leur unique responsabilité à tous les frais d'établissement et d'entretien, sans avoir à attendre de l'État ni aide, ni subsides, ni garantie pour leurs emprunts. C'est au crédit public que sociétés et corporations demandent le capital nécessaire à leur entreprise ; leurs revenus proviennent des taxes et des droits qu'elles sont autorisées à percevoir. L'autorisation du Parlement leur est nécessaire pour contracter des emprunts, mais non pour entreprendre des travaux que les recettes annuelles suffiraient à payer. En général, la situation financière de ces sociétés est prospère.

Les docks des trois ports de l'Humber, Grimsby, Hull et Goole, sont exploités par des sociétés particulières, comme la compagnie du Manchester Sheffield and Lincoln Railway qui a construit et outillé les bassins de Grimsby, la société du canal d'Aire and Calder à Goole, mais la rivière dépend d'une commission spéciale, l'Humber Conservancy Board.

Des commissaires *(Tyne Improvement Commissioners)* administrent la Tyne et les docks qui s'étendent sur la rive gauche, depuis Newcastle jusqu'à la mer, mais les Tyne Docks de la rive droite ont été construits et sont administrés par le North-Eastern Railway.

A Glascow, le port et la Clyde ont dépendu, jusqu'en 1858, des magistrats et du conseil de la Cité. Le *Clyde Navigation Act* a modifié cette organisation et établi l'administration qui fonctionne encore aujourd'hui sous le nom de *Trustees of the Clyde Navigation*. En font partie le lord prévôt de Glascow, président de droit, 9 conseillers municipaux et 15 représentants des inté-

rêts de la navigation, du commerce et de l'industrie. Grâce aux travaux entrepris par le Clyde Trust, sans subsides du gouvernement et de la ville, le chenal, qui sur 25 kilomètres de long n'était qu'un cours d'eau, sans profondeur et à bancs de sable mouvants, offre aux vapeurs, depuis Glascow jusqu'à la mer, $7^{m},50$ à marée basse et $11^{m},20$ à marée haute. Les revenus du port sont montés de 80 000 francs en 1800 à 13 millions en 1906 et le développement des quais a passé de 350 mètres à 16 kilomètres.

Deux compagnies se partagent le port de Cardiff : la compagnie du Taff Railway exploite un chemin de fer reliant aux districts houillers ses docks de Penarth séparés de Cardiff par la rivière Taff. Les docks de Cardiff, ou Bute Docks, autrefois propriété du marquis de Bute, ont été en 1887 transférés à une société anonyme, la Cardiff Railway Company.

A Newport, la rivière et le port à marée relèvent d'une commission de 35 membres désignés par divers intéressés, mais les docks appartiennent à une compagnie particulière.

Le port de Swansea dépend d'un Harbour Trust de 27 membres dont 5 de droit, représentant les propriétaires fonciers, et 9 délégués du conseil municipal. La création du Trust remonte à 1791.

A Bristol, c'est la ville qui a construit les anciens docks et qui a racheté ceux d'Avonmouth à la compagnie qui en était propriétaire ; elle confie l'administration du port à un comité composé de membres du conseil municipal délégués spécialement à cet effet.

Les avantages de l'autonomie des ports, telle qu'elle est comprise et pratiquée en Angleterre, se manifestent surtout dans les résultats obtenus à Southampton et à Liverpool. C'est à l'initiative privée que ces deux ports doivent l'outillage, les facilités, la sécurité, les installations modernes qui leur ont attiré la clientèle des

grandes compagnies de navigation et ont assuré le développement de leur trafic international.

A Southampton, le port dépend du London and South Western Railway et du Harbour Board dont la juridiction s'étend sur la rade et la partie du port non concédée à la compagnie de chemin de fer. Concessionnaire de docks, depuis seize ans seulement, cette société a transformé Southampton et a fait de lui pour les lignes de New-York, de l'Amérique du Sud, du Cap et de l'Afrique Centrale un des ports de vitesse les plus importants de l'Europe. Sans doute, les avantages de la position géographique étaient très enviables, mais ils sont loin d'être le privilège de Southampton ; c'est le mérite du London and South Western de les avoir rapidement compris et appréciés, d'en avoir habilement tiré profit en vue de faire d'une de ses têtes de ligne l'escale des grands courriers postaux.

Malgré le terrain vaseux des Mudlands du Hampshire méridional, les travaux entrepris ont été rapidement exécutés : hangars à étages, vastes magasins outillés pour le déchargement rapide des grains, installations frigorifiques modèles, quai de déchargement pour le bétail avec étables et abattoirs annexés, docks et jetées à charbon où 40000 tonnes de combustible peuvent être mises à flot sur chalands, quais et bassins de grande profondeur, cales sèches de 250 et 290 m. de long ont formé et complété le port, sans intervention ni subsides du gouvernement. Comme exemple de la rapidité avec laquelle ces organes autonomes comprennent les nécessités du trafic maritime et se décident à y répondre, rappelons l'inauguration du Prince of Wales Dock, en 1895. A cette date, armateurs et ingénieurs anglais pouvaient croire que cette immense cale sèche de 250 m. aurait, pendant de nombreuses années du moins, des dimensions suffisantes. Six ans plus tard, le London and South Western, devant les progrès de la construc-

tion navale, juge indispensable de créer un bassin plus grand encore pour conserver à Southampton sa suprématie de grand port de transit. La nouvelle cale de 290 m. fut achevée en cinq ans, et sa disposition permet d'en porter facilement la longueur à 340 m. Autre exemple : depuis 1906, les bassins du London and South Western abritent les plus grands transatlantiques de la White Star Line, qui — fait significatif — a transféré à Southampton une partie des services concentrés à Liverpool. A peine ce magnifique succès obtenu, et en vue de recevoir un jour les nouveaux paquebots de 270 m., actuellement en construction, la compagnie n'a pas hésité à se lancer dans des travaux d'agrandissement évalués à une trentaine de millions de francs.

A Liverpool, des résultats analogues ont été obtenus sous l'administration d'une Port Authority. Avant 1858, les docks dépendaient d'un comité nommé par le Town Council et auquel s'adjoignaient 8 membres élus par les armateurs et les négociants. Les mesures prises par ce comité étaient soumises à l'approbation du conseil municipal. Le Mersey Docks and Harbour Board constitué par l'*act* du 29 août 1857, comprend 28 membres, dont 24 sont élus par tous ceux qui paient au Board un minimum de 10 £ de taxes de toute espèce (1) ; les 4 autres sont nommés par les commissaires du Mersey Conservancy Board, c'est-à-dire le premier lord de l'Amirauté, le président du Board of Trade et le chancelier du duché de Lancastre. Les membres ne reçoivent aucun traitement ; ils sont élus pour un terme de 4 ans et sont rééligibles. Tous les ans, au 20 décembre, 6 membres élus et un des membres nommés se retirent.

Au Board incombe la charge d'administrer le port de Liverpool, celui de Birkenhead qui lui fait face sur

(1) On compte environ 9000 *dock ratepayers* électeurs.

la rive gauche de la Mersey et la vaste rade que forme la rivière entre les deux villes ; à lui d'éclairer, de baliser les chenaux de la côte et de la baie, de maintenir la profondeur de la voie d'accès. De 1858 à 1905, il a consacré en travaux neufs près de 700 millions de francs ; en 40 ans, de 1860 à 1900, il a emprunté 575 millions, mais ses recettes annuelles atteignent environ 40 millions. Le crédit dont jouit le Board peut se mesurer au taux d'intérêt qu'ont exigé de lui ses créanciers ; le taux moyen est de 4 %, plusieurs emprunts ont été conclus à 2,5 %. C'est le Board qui a entrepris en 1890, les fameux dragages du Queen's Chenal, qui a doté Liverpool de cette superbe série de docks à écluses qui bordent la rive droite de la Mersey de Bootle à Toxteth Park ; c'est lui qui les a outillés, entretenus, améliorés en vue de répondre aux besoins des compagnies maritimes les plus exigentes, les compagnies transatlantiques.

Quelques chiffres préciseront la grandeur de l'effort accompli et des résultats obtenus par l'initiative privée.

Les Nelson et les Canada Docks peuvent recevoir des navires de 260 m. de long., 30 m. de large et 12m,50 de tirant d'eau ; les bassins de Liverpool-Birkenhead offrent 60 kilomètres de quais, couvrent 230 hectares de superficie d'eau (1). La surface utile des hangars atteint 88 hectares ; 20 cales sèches de toutes dimensions dont 5 de plus de 200 m. ; des entrepôts et magasins spéciaux pour les grains, la laine, le tabac, le pétrole, les produits alimentaires ; un grand embarcadère flottant de 750 m. de long, relié à la rive par 8 ponts couverts, complètent les installations du Mersey Dock and Harbour Board dont l'*estate* est évalué à 700 hectares.

(1) Les bassins creusés avant la constitution du Board représentent 45 hectares environ.

Mais si enviables et si précieux que soient les effets de la décentralisation, poussée à l'extrême elle entraîne néanmoins les plus graves inconvénients. La situation du port de Londres en est un exemple frappant qui nous montre en même temps l'évolution accomplie en Angleterre depuis cent ans dans l'administration et l'exploitation des ports.

Une commission d'enquête nommée en 1796 par le gouvernement en vue de remédier à l'encombrement du port — il ne comprenait alors que les *wharves* des deux rives de la Tamise — proposa la construction d'un dock pour les navires des Indes Occidentales. Par l'*act* du 12 juillet 1799, la West India Dock Company fut créée et autorisée à creuser un bassin, à bâtir des quais et des magasins où, pendant 21 ans, tous les navires venant des Indes Occidentales ou s'y rendant seraient obligés de charger et de décharger. Ces installations devaient être protégées par une haute muraille et un large fossé. Le dividende de la Compagnie ne pouvait dépasser 10 % et dès que sa situation financière le lui permettrait, elle devait abaisser le taux des droits perçus sur les navires et les marchandises. En 1800, en vertu d'un *act* du même genre, la London Dock Company commença la construction d'un bassin à Wapping où, pendant 21 ans, devaient s'amarrer tous les navires chargés de tabac, de riz (sauf celui des Indes Occidentales), de vin et d'eau-de-vie.

Trois ans plus tard, l'East India Dock Company s'établit à Blackwall ; ses installations étaient réservées à tous les navires venant de Chine et des Indes Orientales. Les clauses de l'*act* de 1799 concernant les divers droits à prélever, la limitation des dividendes, l'exemption des chalands figuraient également dans les concessions de date postérieure. Mais quand, en 1823, le monopole de la West India Dock Company vint à expirer, le gouvernement, sur la proposition que lui

en fit la Commission de la Chambre des Communes, ne consentit pas à le renouveler ; il fonda son refus sur les grands avantages de la concurrence. Les autres compagnies subirent successivement le même sort, et, en 1827, les armateurs redevinrent libres d'opérer leur chargement où ils le désiraient. Naturellement, les sociétés en présence entrèrent en lutte. Après dix ans de concurrence, l'épuisement amena la fusion de plusieurs d'entre elles : en 1838, l'East India s'unit à la West India ; en 1864, la London Dock s'allie à la Katharina Dock fondée en 1829 et la nouvelle compagnie ainsi formée, propriétaire du Victoria Dock dont la construction avait été commencée en 1850, déclara à l'India Docks Company une guerre sans merci. En 1875, elle fait creuser l'Albert Dock, mais sa rivale pour lui enlever la clientèle des paquebots et des grands cargos, décide en 1882 la construction des Tilbury Docks. L'abaissement des droits de tonnage que la concurrence rendait nécessaire, les grands frais de construction — les Tilbury Docks ont coûté 70 millions de francs — l'extension subite des installations qui dépassaient les nécessités du moment, tout concourut à rendre très précaire la situation financière des deux compagnies. Les dividendes, qui depuis longtemps n'atteignaient plus les 10 °/₀, avaient, de 1870 à 1880, flotté entre 2 et 4 °/₀ pour la London Katharina Dock, entre 4 et 6 °/₀ pour l'India Docks. De 1880 à 1885 ils fléchirent encore et tombèrent à zéro. Aussi, en 1888, une entente s'imposa ; les actionnaires de l'India Docks continuèrent néanmoins à ne rien toucher jusqu'en 1898, année où leur fut distribué un dividende encourageant de 1 6 °/₀. Deux ans plus tard, au rapprochement de 1888 succéda la fusion complète des deux compagnies connues désormais sous le nom de London and India Docks Company.

Outre leurs installations, le port de Londres com-

prenait encore les bassins et les entrepôts de deux autres sociétés : la Surrey Commercial Docks et la Milwall Dock. Le contrôle douanier du port relevait de la couronne ; l'entretien et l'amélioration du fleuve, du Thames Conservancy Board ; son balisage et son éclairage de la Trinity House ; la délivrance des licences aux gabariers ou convoyeurs d'allèges, de la Watermen's Company ; la police sanitaire, de la Corporation de la Cité ; ajoutez l'Amirauté, le Board of Trade, et le Comté de Londres dont l'intervention vient augmenter l'imbroglio de la direction. La décentralisation touche ici au morcellement.

En vue de constituer un corps unique qui se substituerait à cette oligarchie ou à cette anarchie, le gouvernement nomma une commission royale chargée de faire enquête sur la situation du port de Londres. Il fallut dix ans pour triompher de tous les obstacles et vaincre toutes les résistances : la commission fut créée par M. Ritchie, président du Board of Trade en 1899, et la Port of London Authority tint sa première séance le 16 mars 1909. C'est grâce en partie à l'énergie et à l'opiniâtreté de M. Lloyd Georges que les pourparlers et les discussions aboutirent enfin à une solution satisfaisant les multiples intérêts en présence.

Le trust administratif, constitué par l'*act* du 21 décembre 1908, comprend 28 membres : 18 sont élus par les armateurs payant des droits de port, les propriétaires de chalands et d'entrepôts (1) ; des 10 membres restants, l'Amirauté en nomme un, le Board of Trade deux, le London County Council quatre, la City Corporation

(1) Cette élection est basée sur le vote plural. Les armateurs payant de 10 à 25 £ ont droit à une voix ; ceux qui dépassent 25 £ sans atteindre 50 £ ont droit à deux voix et ainsi successivement jusqu'à 50 voix au maximum. De même, une voix à celui qui possède au moins 10 chalands, deux à qui en possède au moins 30, neuf à qui en possède plus de 400, mais personne ne peut cumuler plus de 10 voix. On compte environ 12 000 de ces chalands, ou *crafts* employés dans le trafic du port de Londres.

deux et la Trinity House un. Le président et le vice-président sont élus par leurs collègues.

Toutes les anciennes compagnies de docks ont été expropriées et ont reçu en paiement des obligations émises par la Port Authority (1).

Les droits, pouvoirs et charges de la Watermen's Company et ceux du Thames Conservancy Board pour la Tamise inférieure ont été transférés à la nouvelle commission administrative.

Pour construire et outiller quais, bassins, bâtiments, voies ferrées, pour percevoir les droits et les taxes qu'entraîneront ces travaux neufs, pour emprunter et même pour acquérir la propriété du sol, l'autorisation du ministre du Commerce suffit.

Cette innovation a naturellement soulevé les objections des députés qui entendaient maintenir la signature du Roi pour le moindre transfert de propriété, mais M. Lloyd Georges en a triomphé, en faisant ressortir les réels inconvénients qui résultent de l'intervention du Parlement dans des affaires où les moindres retards entraînent souvent, avec la perte des occasions favorables, une augmentation des charges financières. Toutefois l'autorisation du ministre du Commerce sera subordonnée au résultat d'une enquête préalable ; l'enquêteur ne pourra être choisi parmi les fonctionnaires du gouvernement, et l'autorisation ne sera valable que 30 jours après son dépôt sur le bureau des deux Chambres, si celles-ci dans les limites de ce délai

(1) La London and India Docks a reçu 7 978 876 £ en obligations 3 % et 9 893 835 £ en obligations 4 % ; la Surrey Commercial Docks 592 000 £ du stock 3 % et 2 388 485 £ du stock 4 % ; la Millwall Dock 651 276 £ de la première série et 928 404 £ de la seconde. Il est permis de se demander si le trust administratif qui remplace ces compagnies ne se trouvera pas obéré dès le début par ce passif qui ne représente qu'un matériel en partie vieilli et dont la réfection est urgente. Le président de la London and India Docks estimait à 200 millions de francs la somme nécessaire pour entreprendre les travaux de construction et d'outillage que réclament les intérêts de la navigation et ceux du port lui-même.

n'y font pas opposition. La Port Authority doit soumettre au Board of Trade son tarif de droits frappant les marchandises, et si pendant deux années consécutives le montant de ces droits perçus dépassait le millième de la valeur globale des importations et des exportations, les droits devraient être abaissés (1). D'autre part, ces recettes doivent, avec les autres revenus, comme les droits de tonnage établis par les compagnies expropriées, non seulement couvrir les dépenses ordinaires, mais fournir aussi un excédent pour parer à l'imprévu. L'établissement dans ces limites de droits, à la fois assez élevés pour faire face à toutes les obligations et assez modérés pour ne pas léser les intérêts commerciaux, restera une des tâches les plus difficiles du nouveau trust administratif.

Le Port of London Stock comprendra une série d'obligations 3 % et une série 4 % non remboursables avant 1929 et ne pouvant dépasser de plus de 5 millions de £ la somme nécessaire au rachat des anciennes compagnies de docks. Chaque année, les administrateurs doivent soumettre au Board of Trade le rapport sur l'exercice écoulé et le projet de budget.

Nous ne nous étendrons guère sur les modes d'administration que les habitudes locales ou la loi ont pu introduire dans les ports d'autres pays : tous, en effet, rentrent dans un des deux systèmes précédents ou en sont une combinaison.

Aux États-Unis, au Canada, par exemple, sauf quelques modifications de détail, c'est le régime anglais qui prévaut. Trieste, Fiume, au contraire, sont des ports d'État.

A Brême et à Hambourg, états souverains, règne

(1) Dans son discours d'inauguration, Sir Hudson Kearly, président de la Port of London Authority, estimait à 10 milliards de francs le commerce du port de Londres.

l'autonomie parfaite. L'importance et l'activité économiques de ces deux villes se confondant avec celles de leur port, le budget et l'autorité de la ville ne sont en somme que le budget et l'autorité du port. Si les droits de tonnage et les taxes ne couvrent plus les dépenses maritimes, les deux cités puisent dans le produit général de leurs impôts. Brême a même créé spécialement dans ce but un impôt de 3 % sur le revenu. A Brême comme à Hambourg, c'est une société par actions qui exploite les entrepôts du port franc.

Dans les deux villes allemandes, le gouvernement est formé d'un Sénat composé de membres à vie et d'un Corps législatif appelé *Bürgerschaft*, où naturellement armateurs, banquiers, négociants occupent un grand nombre de sièges. Chaque branche d'affaires est gérée par une députation du Sénat et de la *Bürgerschaft* ; ainsi, l'administration du port dépend à Brême de la députation des ports et chemins de fer, à Hambourg des trois députations des finances, des travaux publics et du commerce, et de la navigation.

Dans son ensemble, le port d'Anvers fait partie du domaine communal. A la ville appartiennent les bassins, les cales sèches et l'outillage des bassins et des quais. C'est de l'échevin du commerce que relève le capitaine du port avec ses deux adjoints et son personnel. L'échevin des travaux publics a dans ses attributions le service technique dirigé par l'ingénieur en chef de la ville, la police et l'exploitation du port. L'État est propriétaire des quais ; c'est lui aussi qui entreprend les travaux d'amélioration du fleuve, les dragages et l'exploitation des voies ferrées ; de lui dépendent la police de la rade, le pilotage et le service de la douane. Une commission consultative, composée de cinq fonctionnaires de l'État et de deux fonctionnaires de l'administration communale, est chargée d'assurer la bonne entente des services.

Les droits payés par les navires à quai ou déchargeant en rade sont répartis entre la ville et l'État au *prorata* des frais de premier établissement des quais, mais les droits acquittés par les navires amarrés dans les bassins, le sont au profit exclusif de la ville.

A Rotterdam et à Amsterdam, l'administration dépend du conseil municipal ; à Amsterdam toutefois, elle relève plus spécialement de l'échevin des travaux publics, et à Rotterdam de la commission permanente des travaux publics. Dans les deux ports, c'est le conseil communal qui, sous réserve de la sanction royale, établit l'échelle des taxes à percevoir. La construction des quais et des bassins et leur outillage sont à la charge de la ville, mais à Amsterdam l'État a racheté le canal de la Mer du Nord, l'a complété à ses frais et a creusé aussi le canal de la Merwede reliant Amsterdam au Rhin ; pour Rotterdam, il a entrepris le percement du Hoek van Holland et l'approfondissement de la nouvelle Meuse. Les dépenses du port sont à la charge du budget communal. Comme à Brême et à Hambourg, quand les recettes de son exploitation sont insuffisantes, les revenus généraux de la ville doivent combler le déficit. C'est la principale raison d'être de l'impôt sur le revenu établi à Amsterdam.

En Espagne, depuis la loi du 7 mai 1880, les ports sont classés en deux catégories : les ports d'intérêt général et d'intérêt local. La construction et l'entretien des premiers incombent à l'État ; les provinces et les communes se chargent des autres. Néanmoins, dans ces ports d'intérêt général, les travaux ont été souvent exécutés par des commissions spéciales, appelées *Juntas* et qui rappellent les Port Authorities anglaises. L'idée de l'autonomie naquit à Barcelone vers 1865. Le Gouvernement, dont les ressources étaient insuffisantes pour subvenir aux besoins pressants de ce port, créa en 1868 une commission spéciale

chargée de l'administrer et de pourvoir à son amélioration. Devant les résultats favorables obtenus à Barcelone, deux autres villes, Bilbao et Valence, réclamèrent et obtinrent la constitution d'une *Junta* analogue. Le budget de ces corporations est alimenté par les droits que le Gouvernement les autorise à percevoir, les subventions qu'il leur accorde et les emprunts qu'il leur permet de contracter. Font parties des *Juntas* les membres élus par les armateurs, les négociants, la députation provinciale, le conseil communal, et les membres nommés par les ministres de la Marine et des Travaux Publics.

En Italie, l'immense développement des côtes devait amener un classement dans le grand nombre des ports. La loi de 1885 les a répartis en trois catégories d'après le caractère national, régional ou local de leur utilité ; de leur importance relative ainsi fixée dépend aussi la mesure de la contribution de l'État, des provinces et des communes aux travaux d'entretien et d'agrandissement. Gênes toutefois fait exception. Par la loi du 12 février 1903, le Gouvernement italien y a établi une administration autonome désignée sous le nom de *Consorzio* (1).

A Copenhague, le port franc ouvert en 1893 dépend à la fois de l'État et d'une société anonyme. En vertu de la loi de 1891 qui en décida la construction, il fait partie de l'ancien port placé sous le contrôle du ministre de l'Intérieur. L'approbation des plans, l'achat du terrain, le creusement des bassins, la construction des entrepôts, des hangars, des grues incombait à l'État à qui la Société anonyme du port franc de Copenhague, formée au capital de cinq millions des francs, avança les fonds nécessaires. En retour, elle obtint pour une durée de

(1) M. Theunissen, dans la monographie du port de Gênes publiée dans cette REVUE, a parfaitement détaillé l'organisation de ce syndicat. Nous nous permettons d'y renvoyer le lecteur.

80 ans le monopole de l'exploitation du port. Son conseil d'administration est composé de 7 membres, dont 2 sont nommés par le ministre de l'Intérieur et les 5 autres par l'assemblée générale des actionnaires. Les profits nets de l'année sont partagés entre l'État et la société.

Dans les pays neufs, comme les républiques sud-américaines par exemple, où les ressources du budget sont limitées, la construction et l'exploitation des ports sont souvent concédées à des sociétés anonymes étrangères. C'est le cas du port de Rosario et de celui de Para. Au Japon cependant, les traditions d'autocratie et l'amour de la gloire militaire ont eu raison des idées d'économie. La centralisation y est fort en honneur : l'État rachète le réseau des compagnies de chemin de fer et les ports lui appartiennent.

Comme conclusion de cet exposé sommaire, ne faut-il pas reconnaître de réels avantages au système de l'autonomie ? Les initiatives hardies, la promptitude d'exécution, la gestion économe n'ont jamais caractérisé les administrations où le respect des formalités risque d'engourdir les volontés ; l'intérêt personnel n'y est plus le guide et le ressort de l'activité et les responsabilités s'allègent en se répartissant sur un grand nombre de subalternes. Mauvais commerçant et piètre industriel, l'État a-t-il les qualités requises pour bien administrer un grand port ? Sans doute, en Belgique, en Allemagne, nous le voyons exploiter, sans susciter trop de réclamations, un important réseau de chemins de fer, mais cet exemple suffit-il pour souhaiter de voir remettre entre ses mains la direction des ports de commerce ? Ces ports sont devenus de nos jours des organismes à la fois exigents et compliqués, requérant une administration active, prévoyante, empreinte de la méthode et de l'esprit commercial. Un corps autonome d'armateurs et de négociants ne réunit-il pas à un aussi haut

degré que l'État le sens pratique des affaires et l'étendue des connaissances techniques nécessaires pour assurer au navire et à la marchandise le traitement le plus favorable, pour se tenir au courant des progrès réalisés dans la navigation et prévoir les besoins d'un avenir prochain ? Les règlements et les tarifs d'une société ne s'adapteront-ils pas avec plus de facilité et de souplesse aux conditions si variables de la concurrence ?

Plus aisément qu'autrefois, les sociétés éviteront le reproche qu'on leur a souvent adressé, de soigner les intérêts locaux au détriment des intérêts nationaux ou régionaux : impossible, en effet, aux ports modernes de vivre et de prospérer en s'isolant, les intérêts de l'hinterland se confondent avec les leurs. Néanmoins n'oublions pas que toute institution humaine fait partie d'un ensemble de coutumes nationales ; arrachée de son milieu et transplantée de toutes pièces dans une terre étrangère, où le caractère, les mœurs et la législation révèlent un autre esprit et consacrent d'autres tendances, elle y fonctionnera péniblement et ne pourra produire les résultats que l'on attendait d'elle. Ce n'est pas à dire que là où des changements sont devenus désirables, il faille se résigner au *statu quo*, mais souvent la prudence conseillera de se borner à modifier les institutions existantes en conservant ce qu'elles offrent d'avantageux, plutôt que de se lancer dans les bouleversements qu'entraîne l'importation d'institutions étrangères.

J. Charles, S. J.

VARIÉTÉS

I

LE TREMBLEMENT DE PROVENCE ET LA THÉORIE DES TREMBLEMENTS DE TERRE

En étudiant le tremblement survenu l'année dernière en Provence (1) et comparant les observations que j'ai pu recueillir à celles mentionnées dans les ouvrages publiés sur les tremblements de terre, j'ai reconnu la grande ressemblance qui existe entre les tremblements de terre qui se produisent en des régions du globe terrestre excessivement éloignées les unes des autres ; mais en même temps j'ai vu combien les théories imaginées pour expliquer ces phénomènes sont encore incertaines et discutées et je me suis convaincu que, le tremblement de terre étant un phénomène complexe qui tient à la fois de la géologie et de la mécanique, le géologue court risque de s'égarer dans son explication s'il ne tient compte que des circonstances géologiques, de même que le mathématicien qui étudie ce phénomène d'après des tracés de séismographes et sans tenir compte des données de la géologie, peut être conduit à des résultats erronés.

Le tremblement de Provence présente sur d'autres certains avantages pour l'étude de ces phénomènes. La région où il s'est produit est entièrement accessible sans difficulté, elle ne se trouve pas comme ailleurs en partie sous la mer. Elle est en

(1) Ce violent tremblement de terre s'est produit le 11 juin 1909, à quarante kilomètres au nord-ouest de Marseille, dévastant la région comprise entre les villes de Salon et Aix dans le département des Bouches-du-Rhône.

grande partie couverte de collines et sa topographie ainsi que sa géologie sont assez compliquées, mais des chemins de fer, des routes ou des sentiers la traversent en tous sens et la seule difficulté que rencontre celui qui veut l'étudier dans tous ses détails est la fatigue d'une journée de marche sous un soleil méridional. Sans atteindre l'intensité des plus grands séismes, ce tremblement a été très violent et si le nombre des victimes ne dépasse pas une centaine, cela tient principalement à ce qu'aucune grande ville ne se trouvait dans la région sinistrée ; plusieurs gros villages ont été entièrement ruinés, leurs maisons, lézardées en tous sens, étant mises dans le plus pitoyable état.

En examinant les diverses observations faites dans ce tremblement de terre et les comparant à d'autres, spécialement celles mentionnées dans les ouvrages de notre collègue, le Comte de Montessus de Ballore, j'ai été frappé d'abord de l'action purement mécanique du tremblement de terre ; cette action diffère beaucoup comme intensité entre la région centrale et les régions éloignées mais, l'intensité mise à part, les phénomènes sont presque identiques au centre et au loin et, chose à remarquer aussi, ils sont les mêmes dans les couches géologiques et dans les murailles de nos habitations. Dans ces divers cas le tremblement de terre agit comme un choc violent qui frappe et pénètre tout ce qu'il rencontre, faisant ébouler les rochers, brisant les murailles, mais ces effets sont surtout désastreux là où il y a des défauts d'homogénéité, par exemple au contact de deux grosses pierres de taille dans les édifices et au contact de deux terrains différents dans les couches géologiques. De tout cela on peut déduire que le tremblement de terre consiste principalement dans l'onde séismique, c'est là son essence, sa partie principale.

Comment se développe cette onde, où prend-elle naissance ? On discute beaucoup pour savoir si elle prend naissance en un point ou si elle provient du déplacement d'une région très étendue. Évidemment l'onde séismique ne peut prendre naissance en un point mathématique, mais la théorie qui voudrait que le tremblement de terre provînt du déplacement subit d'une immense région comprise entre des cassures de l'écorce terrestre, me paraît prêter à de grosses difficultés. Le rôle de ces cassures, des failles, dans les tremblements de terre me paraît avoir été quelque peu exagéré et ce rôle peut être attribué, en grande partie au moins, à une influence mécanique. En effet, on ne comprend pas comment une étendue de pays de cent kilomètres et plus pourrait sed éplacer tout d'un bloc de quelques

centimètres, même de quelques mètres sous l'influence de la pesanteur ou de forces latérales ; pour déplacer en bloc une telle masse, vaincre ses frottements, il faudrait une force si colossale qu'il se produirait un cataclysme effroyable. Le déplacement d'un mètre d'une masse de cent kilomètres de longueur, c'est-à-dire de un cent-millième de la longueur, serait un exemple de précision que nous ne pourrions produire que fort difficilement en petit avec des appareils très perfectionnés ; comment comprendre qu'il puisse se produire par le simple jeu des forces naturelles ? D'ailleurs, lorsque nous avons dans le tremblement de terre un fait visible palpable, l'onde séismique, pourquoi détourner les yeux de ce fait pour les porter sur un déplacement que l'on constate à peine dans quelques cas exceptionnels ? C'est donc à tort, à mon avis, que l'on tend à abandonner la théorie de l'onde séismique, avec sa notion de région centrale, pour une théorie qui attribuerait les tremblements de terre à des déplacements subits des couches géologiques. Toutefois je ne veux pas dire par là que le tremblement de terre doive être attribué nécessairement à un phénomène volcanique interne et ne puisse tenir à un craquement dans les couches géologiques. Il consiste essentiellement dans un dégagement d'énergie qui, de latente dans les profondeurs du sol, devient libre et se répand au loin sous la forme sensible de l'onde séismique ; ce dégagement peut tenir à diverses causes chimiques ou physiques sans que les effets mécaniques que nous observons à la surface du sol soient sensiblement différents ; il faut donc prendre grand soin de ne pas confondre ces effets mécaniques avec des causes géologiques. Ainsi on trouve dans le tremblement de Provence, et dans d'autres, que les terrains tertiaires supérieurs, tels que le miocène, ont été fortement agités, tandis que les terrains secondaires, par exemple le néocomien, ont eu moins de dégâts ; d'où l'on est tenté de conclure que les terrains tertiaires ont été comprimés par suite du refroidissement progressif de l'écorce terrestre entre des massifs secondaires plus stables et d'étayer là-dessus une théorie des tremblements de terre. Il me paraît plus logique d'admettre tout simplement que l'onde séismique agit différemment lorsqu'elle rencontre les terrains secondaires durs et homogènes ou ces terrains tertiaires, mélange de terre et de coquilles fossiles comme par exemple la mollasse marine, que l'on trouve sur une partie de la région dévastée en Provence. La preuve en est que les mêmes effets se remarquent partout,

dans tous les tremblements de terre, et soit dans la région centrale soit au loin. Dans la ville de Marseille, par exemple, éloignée de quarante kilomètres du centre du phénomène, certaines maisons n'ont rien ressenti, tandis que dans d'autres quartiers la secousse a provoqué une panique.

De même l'influence funeste des failles peut s'expliquer par l'obstacle qu'elles opposent au passage régulier de l'onde séismique. Toutefois il semble que les régions soumises aux tremblements de terre soient en général traversées par des failles et par conséquent que, outre leur action mécanique, ces cassures aient aussi une action géologique dans le phénomène. La région du tremblement de Provence est traversée par plusieurs failles sur lesquelles M. Paul Lemoine a attiré d'abord l'attention, mais cet auteur exagère probablement leur influence ; et d'après la carte de MM. Repelin et Laurent, géologues marseillais qui ont étudié la région attentivement, quelques-unes de ces failles ne seraient pas aussi étendues qu'on l'avait d'abord supposé.

Donc, à mon avis, pour faire progresser la théorie des tremblements de terre il ne faut pas essayer de délimiter la région sinistrée autour de cassures de l'écorce terrestre, il faut étudier l'onde séismique avec soin et chercher d'où elle peut provenir tant par une étude mécanique que par une étude géologique du terrain ; mais, comme l'a fait remarquer M. Repelin, cette étude géologique ne doit pas se borner à la surface, il faut étudier les couches profondes. En effet, si l'on peut expliquer le dégagement d'énergie qui produit l'onde séismique par un phénomène volcanique ou chimique interne, on peut aussi l'expliquer par un craquement de couches géologiques comprimées, analogue à ces petits tremblements de terre artificiels qui se produisent dans les mines par suite de la détente subite de l'élasticité des terrains creusés. Ces tremblements artificiels sont fréquents dans la région minière voisine de Marseille, autour des villages de Gréasque et Cadolive, ils ébranlent quelquefois une étendue de plusieurs kilomètres. Dans tous les cas, toute région géologique disloquée doit être favorable par ses cassures tant au passage de laves en fusion qu'à une détente élastique des terrains, et c'est probablement pour cela qu'il est si difficile de décider si un tremblement de terre provient d'une cause volcanique ou d'une détente de terrains comprimés. Dans la région provençale affectée par le sinistre du 11 juin 1909, se trouve une coulée de basalte provenant d'un ancien volcan tertiaire ; cette coulée de lave ne se trouve pas au centre de la région sinistrée et ne paraît

pas être intervenue directement dans le phénomène. Une abondante source d'eau chaude coule également sur le bord de la région sinistrée, dans la ville d'Aix.

Comme l'a dit M. Repelin, il faut étudier les couches géologiques profondes pour découvrir l'origine et la cause du tremblement de terre ; l'origine des secousses se trouve, en effet, sous le sol à une certaine profondeur qu'il n'est pas facile de déterminer. Pour le tremblement de Provence, M. José Comas Solà trouverait soixante kilomètres de profondeur d'après un calcul basé sur le tracé du séismographe de Barcelone ; quelqu'intéressant que soit ce calcul au point de vue théorique, une telle profondeur me paraît bien difficile à admettre, car de l'examen des lieux sinistrés ressort pour moi l'impression que l'origine de la secousse est à peine à une dizaine de kilomètres de profondeur. Je déduis cela de l'intensité relative du choc vertical et du choc horizontal ; mais l'intensité des secousses est grandement influencée par la nature du terrain et les observations ne sont pas toujours précises, de sorte qu'il n'est pas facile de préciser exactement la profondeur.

Le choc vertical dans les tremblements de terre a donné lieu à de nombreuses discussions, on a nié son existence et surtout on nie souvent qu'il soit capable de projeter en l'air des objets. Je ne suis point de cet avis, les observations faites dans le tremblement de Provence montrent l'existence d'un choc vertical intense qui a projeté des objets ou des pierres à une hauteur de plusieurs centimètres, peut-être même de plusieurs décimètres. La raison invoquée contre la possibilité de ces projections ne me paraît pas valable : il faudrait, dit-on, une accélération supérieure à celle de la pesanteur et les tracés des séismographes n'indiquent jamais une accélération aussi grande. Ce raisonnement ne me paraît pas conforme aux lois de la mécanique, car pour projeter en l'air à une certaine hauteur un objet placé sur un support il faut lui communiquer non une accélération mais une vitesse déterminée, laquelle, dans un choc, peut dépendre de diverses circonstances, notamment de la masse et des propriétés élastiques du support sur lequel cet objet est placé.

Le choc vertical est un indice de l'origine profonde du tremblement de terre, il se rencontre violent sur un espace trop étendu et se propage trop loin pour pouvoir être attribué d'une manière générale à une réflexion de secousses horizontales sur des cassures de terrains inclinées. Mais l'existence d'une secousse verticale en un lieu donné ne prouve pas que l'origine du trem-

blement de terre soit verticalement sous ce point, car la secousse verticale se propage comme l'horizontale, celle du tremblement de Provence a été enregistrée jusqu'à Barcelone.

L'origine du tremblement de terre doit donc être cherchée par une étude comparative de la secousse verticale et de l'horizontale, ainsi que de la direction prépondérante de cette dernière.

On est porté à placer le centre d'un tremblement de terre au point où les dégâts des habitations sont le plus intenses ; d'après l'observation du tremblement de Provence, je soupçonne fort que c'est une erreur. Au centre même la secousse est surtout verticale ; l'origine de l'onde séismique ne pouvant être un point mathématique, même la région centrale ne doit pas recevoir une secousse uniquement verticale ; de plus, la Terre n'étant pas une masse homogène, des secousses horizontales réfléchies peuvent aussi atteindre cette région. Mais la secousse verticale doit être là prépondérante ; or une secousse verticale, si elle n'est pas excessivement violente, est moins dangereuse pour nos habitations que le choc horizontal qui en frappant la base des murailles fait vibrer violemment tout l'édifice et le disloque complètement. Au centre même du tremblement de terre, les dégâts quoique importants peuvent être moindres qu'autour et cela doit être pris en considération dans la détermination exacte de la région centrale.

Pour la détermination de cette région il serait fort important d'avoir des observations précises et assez nombreuses faites dans la région sinistrée elle-même. Les observations faites au loin avec les séismographes de précision ont déjà donné des résultats très intéressants, mais elles donneront difficilement la position exacte du point central, parce que dans les calculs mathématiques basés sur ces observations on est obligé de supposer que la Terre est homogène ou composée de couches homogènes dont la densité varie suivant une loi simple ; on ne peut pas tenir compte de la complication que présentent généralement les divers terrains géologiques autour de la région sinistrée. Les observations précises manquent toujours dans cette région, les séismographes aujourd'hui employés sont trop coûteux pour y être installés en nombre suffisant, trop délicats pour bien fonctionner sous l'action de secousses violentes. Pour parer à ces inconvénients, j'ai imaginé un nouveau séismographe, composé d'une tige plantée dans le sol que le choc de l'onde séismique doit faire vibrer ; un crayon placé au sommet de cette tige enregistre sur un papier la direction et l'intensité

de la secousse. Ces appareils étant très peu coûteux et n'exigeant aucune surveillance, on pourrait en installer un certain nombre dans les régions exposées aux tremblements de terre et avoir ainsi d'utiles observations.

A défaut d'observations données par des séismographes spécialement appropriés à ce but, on pourrait quelquefois obtenir quelque chose de mieux que par l'examen des édifices écroulés, en observant dans la campagne les déplacements de pierres placées sur le sol. En certains endroits, j'ai trouvé des pierres brisées, déplacées par projection, ou des rochers écaillés ; l'examen de ces faits ne vaut pas, à cause des irrégularités du sol, une observation faite avec un appareil préparé à l'avance, mais il peut donner de meilleures indications que l'écroulement des maisons.

En résumé, de l'étude du tremblement de Provence résulte, à mon avis, ce qui suit :

1° Pour faire progresser la théorie des tremblements de terre, encore fort imparfaite, il faut tenir grand compte de l'action mécanique de l'onde séismique, soit dans les divers terrains soit au contact de terrains différents, et ne pas confondre cette action mécanique avec une influence géologique.

2° Il ne faut pas se contenter d'étudier la géologie de surface, mais rechercher quelle doit être la constitution des couches profondes dans lesquelles se trouve l'origine de l'onde séismique.

3° Les observations recueillies dans un pays sinistré d'après l'écroulement des édifices sont très imparfaites ; l'observation des petites pierres projetées ou cassées pourrait quelquefois donner des indications plus exactes, mais il serait encore plus utile d'obtenir des observations avec des séismographes simples et peu coûteux que l'on pourrait installer en nombre suffisant dans les régions exposées aux tremblements de terre. Je propose d'essayer dans ce but un séismographe à tige vibrante qui, au lieu d'enregistrer le mouvement du sol, ce qui est toujours délicat, indiquerait l'intensité et la direction de la secousse.

Afin de répondre à une question qui m'a été posée plusieurs fois, j'ajouterai que la théorie qui attribue les tremblements de terre à des mouvements analogues à ceux qui aux époques géologiques ont formé les chaînes de montagnes est, à mon avis, trop générale ; si on peut l'appuyer sur des statistiques reportées sur des cartes à petite échelle, d'autre part elle n'explique pas les détails du phénomène et paraît donc avoir besoin de quelques modifications ou, si l'on préfère, de quelques développements :

Ces mouvements de terrains seraient actuellement très lents, et ils ne se produiraient pas sans que, de temps en temps, des écrasements, des détentes d'élasticité surviennent ici où là, provoquant un dégagement d'énergie libre et par suite une onde séismique. Ce dégagement d'énergie serait la cause immédiate du tremblement de terre, tandis que la lente modification de l'écorce terrestre en serait la cause éloignée.

LOUIS FABRY.

II

LA NOMENCLATURE SCIENTIFIQUE

ET LA

LANGUE INTERNATIONALE

Dans une excellente brochure, MM. les professeurs Couturat, Jespersen, Lorenz, Ostwald et Pfaundler (1), ont plaidé en faveur de l'introduction de la langue internationale *ido* dans la science et ils ont démontré d'une manière irréfutable la nécessité, en même temps que la possibilité de cette introduction.

La L. I. appliquée à la nomenclature scientifique donnerait à celle-ci une précision et une rigueur toute mathématique.

C'est ce théorème que je me propose de démontrer ici. Ma démonstration enseignera de plus comment il faut utiliser les principes linguistiques de la L. I. dans l'élaboration des lexiques scientifiques.

Rappelons tout d'abord que la langue scientifique, aussi bien que le langage populaire, est fondamentalement constituée par des racines, la plupart nominales ou verbales. Or, on sait que les racines scientifiques sont essentiellement internationales : il suffit donc, en général, pour obtenir la racine sous sa forme internationale, de débarrasser les formes nationales des accents et des lettres inutiles, dont elles sont plus ou moins ornées ou défigurées.

(1) *La langue internationale et la science.* Considérations sur l'introduction de la L. I. dans la science. Un vol. in-8° de 66 pages. Paris, Ch. Delagrave, 1909.

Soient, par exemple, les noms (1) : F. *nucléole ;* D. *nucleolus, nukleole ;* E. *nucleolus ;* I. *nucleolo.*

La racine internationale est évidemment **nukleol-** ; elle s'est débarrassée de l'accent *é* français et des terminaisons *e, us, o* et elle a pris le graphisme *k* pour représenter le son correspondant.

Voici encore deux exemples de réduction de racines au commun dénominateur international :

Polen- : F. *pollen ;* D. *pollen ;* E. *pollen ;* I. *polline.*

Simetri- : F. *symétrie ;* D. *symmetrie ;* E. *symmetry ;* I. *simetria.*

La première question qui se pose maintenant, la plus simple, est celle de la distinction du singulier et du pluriel dans les noms.

La L. I. ajoute à la racine nominale un *o* pour marquer le singulier et un *i* pour indiquer le pluriel. Nous appellerons ces deux voyelles finales les caractéristiques nominales du singulier et du pluriel.

Exemple : *ovo*, un œuf ; *ovi*, des œufs.

Embriono, un embryon ; *embrioni*, des embryons.

La planto, la plante ; *la planti*, les plantes.

Animalo, animal ; *animali*, animaux.

Ainsi régie par une règle générale, simple et sans exceptions, la formation du pluriel des noms est en *ido* d'une facilité d'emploi admirable.

Les langues nationales manquent de précision pour marquer les relations réciproques entre le nom et les adjectifs dérivant de ce nom. Ce manque de précision, qui peut avoir son charme en littérature, est un défaut sensible dans la langue scientifique.

Prenons des exemples. En français, l'adjectif *embryonnaire* est au nom *embryon* ce que *dorsal* est à *dos*, ou ce que *épidermique* est à *épiderme*. Or, rien dans la formation de ces adjectifs ne vient rappeler leur relation parfaitement définie avec les noms correspondants, et dont la formule est : *relatif à ...* : *embryonnaire* — relatif à l'embryon, *dorsal* = relatif au dos, *épidermique* = relatif à l'épiderme.

La L. I. *ido* permet de distinguer nettement deux séries d'adjectifs, qui dépendent de la série nominale selon le diagramme suivant :

(1) F. = français ; D. = allemand ; E. = anglais ; I. = italien.

qui est
qui appartient à, relatif à } *x* (racine nominale, nom).

C'est ainsi que les deux notions :

1° qui est
2° relatif à } une glande,

doivent nécessairement, dans un système logique et rigoureux se traduire par deux mots différents, bien que tous deux dérivés de la racine *glande* (**gland-**). Nous dirons donc en *ido* :

1° *glanda* = qui est une glande : *cellulo glanda,* et
2° *glandala* = relatif à une glande : *membrano glandala.*

Autres exemples :

Polen
Polena maso = masse pollinique (qui est du pollen).
Polenala tubo = tube pollinique (relatif au pollen).

Parazit
Animali parazita = animaux parasites (qui sont parasites).
Vivo parazitala = vie parasitaire (relative au parasite, du parasite).

La voyelle finale *a* est caractéristique des adjectifs, mais peut être supprimée pour raison d'euphonie. Notons encore que l'adjectif est invariable.

Voici maintenant quelques exemples des dérivés de la première série, soit d'adjectifs signifiant « qui est tel ou tel » :

xerofito = un xérophyte — *xerofita* = xérophyte.
hibrido = un hybride — *hibrida* = hybride.
parento = un parent — *parenta* = parent.
amfibio = un amphibie — *amfibia* = amphibie.

Ceci nous montre la réelle utilité des finales caractéristiques.

Et voici, d'autre part, des exemples de la seconde série, composée de dérivés signifiant « relatif à ..., qui appartient à ..., du ..., de ... » :

embrionala = embryonnaire : *embrionala patologio.*
dorsala = dorsal : *latero dorsala.*
epidermal = épidermique : *celuli epidermal.*
plasmala = plasmique : *plasmal vakuoli.*
sexual = sexuel : *elemento sexual.*
alveolala = alvéolaire : *teorio alveolala.*

biologiala = biologique : *revuo biologiala.*
klorofilala = chlorophyllien : *funciono klorofilal.*
rasala = de la race : *rasal karaktero.*
sporala = de la spore : *sporala membrano.*
planktonal = du plancton : *algo planktonala.*
spermal = spermatique : *spermal nukleo.*
individuala = individuel, de l'individu : *individual autonomio.*
botanikala = botanique (adj.) : *botanikal Societo.*

Une autre série régulière de dérivés comprend tous les adjectifs signifiant « qui possède ..., qui a ..., qui est muni de ..., plein de ... ».

L'élément formateur de cette série est le suffixe *oza ;* ce suffixe est connu de nos langues naturelles. C'est le latin *osus,* qui a donné : F. *eux :* monstrueux ; E. *ous :* monstrous ; I. *oso :* mostruoso ; D. *ös :* monströs.

Ce suffixe forme une série nombreuse de dérivés, que l'on peut en *ido* indéfiniment allonger. En voici quelques-uns :
segmentoza = segmenté : *korpo segmentoza.*
radyoza = radiaire : *simetrio radyoza.*
glandoza = glanduleux : *organo glandoza.*
fibroza = fibreux : *endodermo fibroza.*
mukoza = muqueux : *epidermo mukoza.*
rafidoza = à raphides : *rafidoza celuli.*
sporoza = sporifère : *tubo sporoza.*

Les langues naturelles n'ont aucun procédé rigoureux et fixe pour dériver des adjectifs les noms de qualité abstraite, marquant « l'état de ..., le fait d'être ... ».

Cette dérivation très importante s'obtient sans exceptions en *ido* par un seul suffixe, toujours le même, le suffixe *es-*. Étant donné un adjectif, on peut donc toujours, au moyen du suffixe *es-*, en tirer le nom de qualité abstraite correspondant, même dans les cas nombreux où les langues vivantes ne possèdent pas le nom adéquat et sont obligées de tourner la difficulté à l'aide d'une périphrase. Nous dirons :
paraziteso = l'état de parasite, le parasitisme.
vivipareso = l'état de vivipare, la viviparité.
hibrideso = le fait d'être hybride, l'hybridité.
isogameso = la qualité d'isogame, l'isogamie.
analogeso = l'état analogue, l'analogie.

On interprétera de même facilement les noms : *hermafroditeso, polimorfeso, epifiteso, amfibieso, poligameso,* etc.

En science, en biologie tout spécialement, il existe une quantité considérable de mots ou de périphrases qui servent à désigner des productions, des sécrétions, des formations. Ici encore les langues naturelles présentent l'arbitraire le plus complet, tandis que la L. I. permet de former à volonté et avec la plus grande précision tous les mots de cette série.

Étant donné le nom racine, celui de la chose sécrétée, formée, produite, etc., on formera le verbe signifiant « sécréter ..., produire ... », au moyen du suffixe *-ifar*, que l'on retrouve dans : F. *fructifier ;* E. *fructify ;* I. *fruttificare ;* D. *fruktifizieren*. La finale *ar* est la caractéristique de l'infinitif présent.

Nous aurons ainsi :

fruktifar = fructifier (de *frukto* = fruit).

florifar = fleurir (de *floro* = fleur).

La substitution de la finale *o* à la finale *ar* donnera la série correspondante des noms signifiant « l'action de ... », soit :

fruktifo = l'action de fructifier, la fructification.

florifo = l'action de fleurir, floraison.

Voici encore quelques exemples de cette double série, fort importante en science ; cette dérivation rendra par sa précision de très grands services à la nomenclature scientifique :

ovifar = produire des œufs ; *ovifo* = production d'œufs.

zoosporifar = produire des zoospores ; *zoosporifo* = production de zoospores.

polenifar = produire du pollen ; *polenifo* = production de pollen.

sudorifar = suer, transpirer ; *sudorifo* = transpiration, sudation.

pigmentifar = former du pigment ; *pigmentifo* = pigmentation.

stolonifar = émettre des stolons ; *stolonifo* = stolonisation.

vakuolifar = produire des vacuoles ; *vakuolifo* = vacuolisation.

burjonifar = bourgeonner ; *burjonifo* = bourgeonnement.

metamerifar = se métamériser ; *metamerifo* = métamérisation.

segmentifar = se segmenter ; *segmentifo* = segmentation.

enzimifar = sécréter un enzyme ; *enzimifo* = production d'enzyme.

Je ne puis étudier ici le fonctionnement de tous les affixes de la L. I. Je me bornerai à indiquer l'usage d'un dernier suffixe, indispensable dans les sciences, surtout dans les sciences biologiques : le suffixe de l'évolution, de la transformation, du « devenir ». A lui seul, ce suffixe *ij-* est d'une importance capitale. Quelques exemples seulement en montreront toute la valeur.

Qu'est-ce que *mûrir ?* C'est *devenir mûr* = *matur-ij-ar*, d'où maturation = *maturijo.*

De même :

gastrulijar = devenir, se transformer en gastrula, et *gastrulijo* = gastrulation.

ostijar = devenir os, s'ossifier, et *ostijo* = ossification.

parazitijar = devenir parasite, et *parazitijo* = le fait de devenir parasite.

En résumé, la L. I. *ido* repose sur le fondement inébranlable du principe du maximum d'internationalité des racines. La racine est bien en *ido* le commun dénominateur des racines des principales langues indo-européennes : on peut hardiment la qualifier de *racine européenne.*

Un système de dérivation rationnel et logique, véritable instrument scientifique, fait sortir de ces racines toutes les séries nécessaires de mots dérivés. Ces dérivés ont, grâce à cela, un sens strict, fixe et absolument déterminé, qui ne prête à aucune ambiguïté et qui peut s'analyser et se comprendre instantanément. C'est bien là l'idéal d'une nomenclature scientifique.

Si l'on ajoute à tout cela une conjugaison ultra-simple et rapidement utilisable, on ne s'étonne pas de voir que les plus hauts représentants des sciences dans tous les pays se rallient à l'*ido*, et l'on peut admettre avec certitude que ce système linguistique international promet de donner à la science la nomenclature rigoureuse que l'on cherche depuis longtemps.

Voici, pour terminer, un texte scientifique français-ido :

Texte original (1)	*Traduction en ido*
Notre génération, élevée sous l'influence des penseurs modernes, s'est si bien habituée à l'ensemble des conceptions	Nia generaciono, edukita sub l'influo di la pensisti moderna, tante bone kustumeskis a l'ensemblo di la koncepti qui

(1) *Les Théories de l'Évolution*, par Yves Delage et M. Goldsmith (p. 1).

qui constitue notre *Credo* scientifique, et surtout à son idée fondamentale, l'idée de l'*évolution*, qu'elle oublie complètement à quel point cette idée est récente et au prix de combien de luttes elle a pénétré dans la science. La notion d'évolution est devenue une des généralisations les plus vastes — sinon la plus vaste — de notre temps ; elle dépasse de beaucoup les limites des sciences au sein desquelles elle a surgi et embrasse tout l'ensemble des conceptions humaines, jusqu'aux problèmes philosophiques les plus obscurs et les plus difficiles.

konstitucas nia *Kredo* ciencala, e precipue kun sa fundamental ideo, l'ideo di *evoluco*, ke ol oblivyas komplete til qua grado ta ideo esas recenta, e po quanta lukti ol penetris en la cienco. La nociono di evoluco divenis unu de la generaligi max vasta — se ne la max vasta — di nia tempo ; ol preterpasas multe la limiti di la cienci en qui ol emergis ed embracas la tuta ensemblo di la koncepti homala, til la problemi filozofiala max obskura e max malfacila.

Dr M. Boubier
Privat-docent à l'Université de Genève

III

LES CAVERNES ET LES RIVIÈRES SOUTERRAINES DE LA BELGIQUE (1)

Sous ce titre, M. van den Broeck, dont on connaît les importants travaux sur l'hydrologie des terrains calcaires, a publié récemment, en collaboration avec M. E. A. Martel, le fondateur de la Spéléologie scientifique, et M. Edm. Rahir, un ouvrage dont

(1) Étudiées spécialement dans leurs rapports avec l'hydrologie des calcaires, et avec la question des eaux potables, par E. van den Broeck, E. A. Martel et Edm. Rahir. Deux volumes grand in-8°, illustrés de 26 planches et 435 figures, édités par les auteurs, sous le haut patronage de S. A. R. Mgr le Prince Albert de Belgique. Bruxelles, H. Lamertin, 1910.

l'apparition, depuis longtemps annoncée, était attendue par les spécialistes avec une certaine impatience.

Le premier projet des auteurs était d'écrire un volume de quatre à cinq cents pages : ils nous donnent, en deux tomes enrichis de nombreuses annexes, additions, documents divers et d'un lexique, au delà de dix-huit cents pages. Nous aurions mauvaise grâce à nous plaindre d'un retard dû à pareille cause.

On ne peut considérer ce volumineux ouvrage comme une simple suite de monographies : ce n'est pas plus un traité de spéléologie ou d'hydrologie ; il appartient en quelque sorte aux deux genres, et doit être considéré comme un ensemble de données, d'observations, accumulées avec une abondance dont il est peu d'exemples, en vue de servir d'appui à des exposés doctrinaux ou à des thèses originales que les séries de faits envisagés amènent tout naturellement sous la plume des auteurs.

Il n'est guère possible de résumer un travail de ce genre : toutes les cavernes des régions calcaires de Belgique ont été successivement explorées, et sont décrites très en détail. Les pertes de cours d'eau, si fréquentes en terrain calcaire, les chantoirs, aiguigeois ou bétoires dans lesquels les eaux disparaissent, les *résurgences* ou fausses sources, constituées par la réapparition au jour de cours d'eau souterrains ont fait l'objet d'études minutieuses. Nombre de données nouvelles ont été ainsi acquises, même au sujet d'endroits aussi connus que la Grotte de Han, dans laquelle une étude méthodique et intrépide, faite, partie dans le canot pliant de M. Martel, partie à la nage, a permis de rectifier et de compléter le tracé du cours souterrain de la Lesse.

La description des traits de structure typiques et la relation des phénomènes observés sont rendues particulièrement parlantes par la reproduction d'un grand nombre de clichés photographiques dus pour la plupart à M. Rahir et à l'infatigable docteur Th. Gilbert. On jugera de l'intérêt qu'offrent ces documents par les quelques figures intercalées dans cet article, et dont nous devons la communication à l'obligeance de M. van den Broeck.

Un excellent prospectus ayant précédé la publication du premier volume, il nous a paru utile de renoncer à l'habituel exposé de la table des matières, pour attirer principalement l'attention sur les conclusions de l'ouvrage, ainsi que sur les arguments dont on s'est servi pour les étayer.

On sait avec quelle facilité s'établissent dans certains massifs

calcaires, des réseaux de galeries et de fissures élargies par dissolution, dans lesquelles les eaux pluviales s'engouffrent et circulent souterrainement, pour reparaître à la surface, après un parcours plus ou moins long, sans avoir subi aucune filtration. MM. van den Broeck, Martel et Rahir ont étudié, dans le massif de Dinant, une rivière souterraine dont les eaux, à leur réapparition ou résurgence, se troublent abondamment en temps de grandes pluies, bien qu'elles aient parcouru en sous-sol près de dix kilomètres.

Tous les calcaires ne sont pas également aptes à se miner de la sorte. L'observation a montré à MM. van den Broeck, Martel et Rahir que, parmi les calcaires dévoniens de différents âges, les calcaires givétiens constituent un lieu d'élection pour ces phénomènes.

Un rôle analogue, parmi les calcaires carboniériens, est dévolu aux calcaires de l'étage viséen, et parmi ceux-ci, en ordre principal, aux calcaires viséens supérieurs. Les calcaires tournaisiens, au contraire, échappent presque complètement à ce mode spécial d'érosion.

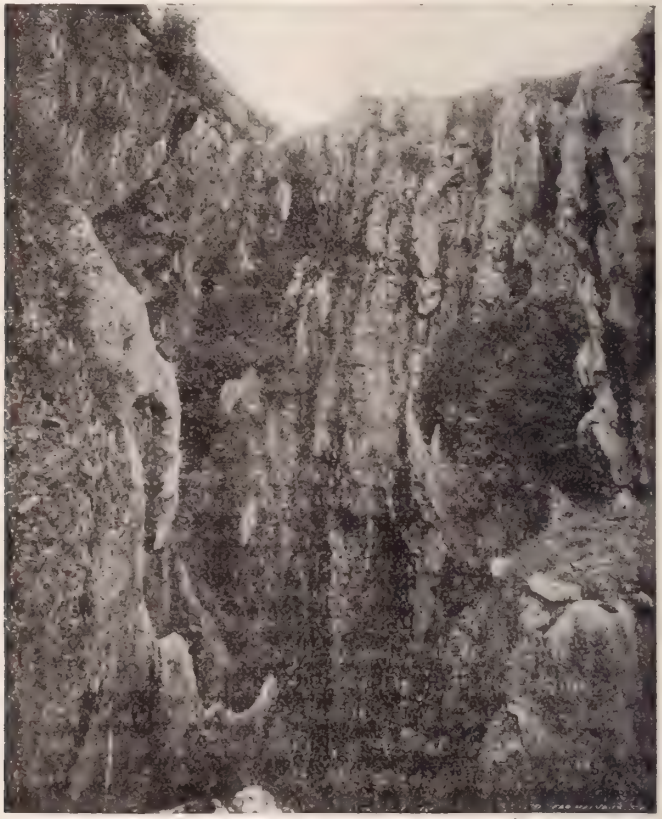
L'étude des calcaires dévoniens occupe le premier volume en entier. Le second est réservé à l'étude du calcaire carbonifère.

Nous avons particulièrement apprécié, dans le premier volume, l'étude, si habilement menée, de la pittoresque et quelque peu énigmatique région des « abannets » des environs de Nismes. Profonds parfois de trente mètres, et larges de deux cents, les abannets sont d'énormes cavités creusées dans le calcaire givétien, autrefois comblées par un dépôt de limonite surmonté de sables et de cailloux de quartz blanc, aujourd'hui béantes et en grande partie vidées. Une enquête minutieuse, archéologique autant que géologique, a fait attribuer à d'anciennes exploitations de minerai et de sable, l'enlèvement des matériaux de remplissage. Une ordonnance du prince-évêque Maximilien-Henri de Bavière, figurant aux cartulaires de Couvin, dit que : « Dans les villages de la chastellerie de Couvin et aux environs se trouvoient quantité de fosses qui ont servy à tirer des minéraux et demeuroyent sans être remplyes, causant un risque et danger continuel de quelque malheur, tant pour les gens que pour les bestes. »

Les minéraux dont parle cette ordonnance sont — outre la limonite — la galène, la sidérose et la barytine, qui se rencontrent en filons dans le calcaire.

Une étude géologique très fouillée amène MM. van den Broeck,

Martel et Rahir, à considérer les abannets comme des excavations naturelles très anciennes, paléo-abîmes ou paléo-gouffres, dont le creusement doit être attribué, partie à l'élargissement de têtes de filons, partie à l'établissement d'aiguigeois. Ces



Parois érodées et corrodées d'un abîme profond, vertical, de la « Fondrie des chiens ». Voir la planche I.

abîmes anciens ou « avens » seraient antérieurs à l'oligocène, dont les dépôts sableux sont venus les combler : ils auraient en outre été en relation avec un réseau fluvial anté-landenien, et seraient, par suite, de formation anté-tertiaire.

Ces vues, fort séduisantes, ont trouvé un précieux appui dans la comparaison avec les célèbres poches à phosphorites du Quercy, creusées dans un calcaire jurassique, et, comme le dit

M. Martel, déjà béantes au commencement de l'époque tertiaire. Comme à Nismes, des dépôts éocènes et oligocènes sont venus s'y superposer.

Les poches du Quercy sont généralement considérées aujourd'hui comme les vestiges d'appareils spéléologiques très anciens, « datant, suivant M. Thévenin, de la longue période d'émersion qui correspond au début du tertiaire » (1).

On lira avec intérêt dans le même volume, la description du vallon des Chantoirs, à Remouchamps ; de la grotte de Remouchamps avec sa succession de « gours » classiques ; de la grotte de Tilff, qui a fourni de si capricieuses cristallisations de calcite. On étudiera, sous la conduite des auteurs, la fontaine de Crupet, exemple typique de source intermittente ; on rencontrera même, à Comblain-la-Tour, une véritable source thermale. Enfin, on parcourra avec eux, dans l'extrémité ouest du synclinal de Walgrappe, les aiguigeois de Bois-de-Villers et de Lesves, « dont l'un, véritable abîme, atteint une profondeur voisine de cinquante mètres ».

Comme conclusion générale du tome I on retiendra que les eaux qui jaillissent des calcaires dévoniens, sont de simples résurgences ou fausses sources, non filtrées, se troublant en cas de fortes pluies, et toujours exposées à être contaminées et souvent très dangereuses. Les eaux des calcaires dévoniens, sauf dans certains cas tout à fait exceptionnels, doivent être tenues pour suspectes et proscrites complètement de l'alimentation.

Consacré en entier à l'étude du calcaire carbonifère, le second volume renferme, lui aussi, une série de monographies intéressantes : la vallée de la Lesse à Furfooz, la partie centrale du massif de Falmignoul, le massif de Dinant, les vallées du Bocq, du Hoyoux, de l'Ourthe et de l'Amblève y sont successivement passés en revue. L'étude des grottes de Raimpaine et de Montfat à Dinant, de Freyr, de Comblain-au-Pont, de Durnal, montrent bien que c'est à tort qu'on a considéré les phénomènes spéléologiques comme localisés exclusivement dans les calcaires dévoniens.

Une importante annexe, consacrée au bassin de Namur, en apporte de nouvelles preuves avec la description des grottes de Floreffe, du Trou-Manto, de Ramioul et surtout de la grotte de Rosée, à Engihoul, où ont été découvertes les extraordinaires

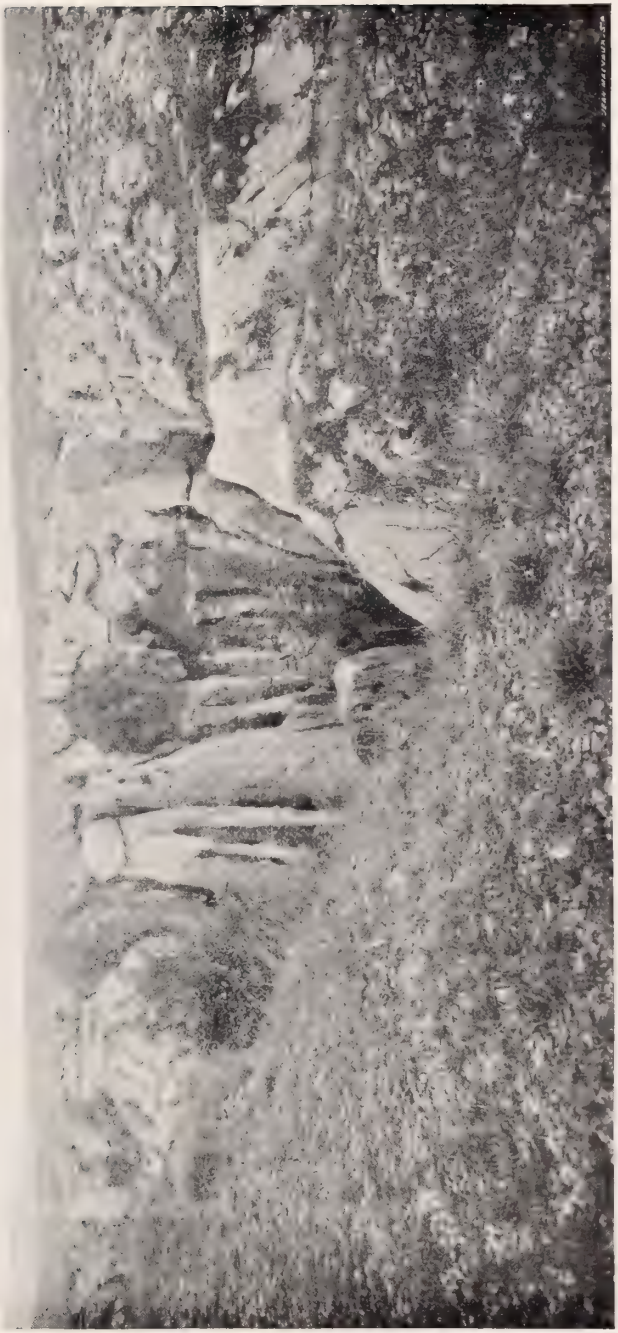
(1) A. Thévenin, *Étude géologique de la Bordure sud-ouest du Massif Central* (Bull. Services Cart. géol. de France, t. XIV, 1902-1903).

cristallisations de calcite si minutieusement décrites par M. W. Prinz.

Mais le grand intérêt de l'ouvrage réside dans une thèse originale relative aux eaux issues de certains massifs calcaires,

Poche à phosphorite dans le calcaire jurassique de Raynal, près Saint-Antonin (Tarn-et-Garonne). D'après un cliché de M. E. Trutat.

qui devraient échapper à la proscription générale : M. van den Broeck a été amené à reconnaître que le produit de l'altération des calcaires tournaisiens, en général crinoïdiques et beaucoup moins purs que les roches calcaires viséennes, en s'accumulant dans les diaclases, réalise une sorte d'auto-colmatage qui assure



Fond d'abîme arasé du groupe d'abannets de la « Fondrie des chiens ».

PLANCHE II.

Vallon sec de Lesves. Chantoir-abîme dit « Trou de Nutons » (A de la figure) et chantoir voisin.

Massif central de la Grande Carrière de Spontin (vue prise en 1893, cliché de M. G. Hanrez) : *a*, *c*, *e*, *g*, grandes diaclases ; D, D', D'', D''', faces postérieures d'autres diaclases, normales aux premières et dont les parois naturelles corrodées ont été mises à nu par les travaux d'exploitation ; E, surfaces artificielles ou d'arrachement produites par l'exploitation du massif ; *b*, *d*, F, résidus meubles ayant primitivement colmaté les diaclases *a*, *c*, *e*.

PLANCHE III

PLANCHE IV.

Cavité à cristallisations dite la « Niche » du Massif rocheux central de la salle du Palais de cristal, dans la Grotte de Rosée, à Engihoul.

une très bonne filtration des eaux souterraines, dont la réapparition à la surface constitue donc de véritables sources.

M. van den Broeck a étudié de nombreuses fissures des calcaires tournaisiens et les a trouvées, dans la très grande majorité des cas, colmatées par un résidu « gravelo-sableux » constitué en très grande partie par des articles de crinoïdes isolés, et possédant un pouvoir filtrant considérable. M. van den Broeck a donné à ce résidu le nom de « gravier biologique filtrant ».

Nous eussions préféré un autre terme, par exemple gravier filtrant zoogène ou organogène. Mais le fait en lui-même est de très grande importance : car s'il en est ainsi, on peut — et M. van den Broeck n'a pas manqué de le faire — poser comme règle générale, qu'à moins d'accidents tectoniques aisément reconnaissables, les calcaires crinoïdiques tournaisiens du bassin de Dinant ne donnent pas de résurgences ou fausses sources. Les calcaires dolomitisés, fournissant par altération un sable composé de grains cristallins, souvent rhomboédriques, de dolomite, jouissent, dans une certaine mesure, du même privilège.

On voit immédiatement la portée de cette affirmation catégorique, à laquelle M. Martel se rallie nettement dans la préface qu'il a écrite pour l'ouvrage. La thèse nouvelle peut s'étendre à tous les calcaires crinoïdiques ou dolomitiques. La ville de Nancy n'a pas hésité à s'alimenter d'eau fournie par un massif de calcaire bajocien à entroques ; d'après M. Dienert, ingénieur de la ville de Paris, aux craies non dolomitiques de la vallée de l'Eure correspondent des eaux suspectes, tandis que les craies dolomitiques, bien que fissurées, fournissent des sources très suffisamment filtrées.

On peut donc, avec MM. van den Broeck, Martel et Rahir, répartir les eaux des massifs calcaires en trois catégories. Celles que fournissent les calcaires dévoniens sont toujours suspectes, et doivent être considérées, d'une manière à peu près constante, comme des résurgences de cours d'eau souterrains non filtrés. Au contraire, celles qui émanent des calcaires tournaisiens et de certains calcaires dolomitiques sont très souvent parfaitement filtrées et constituent de véritables sources. Enfin, une troisième catégorie, utilisable seulement dans des cas très spéciaux et toujours avec circonspection, comprend les eaux des calcaires viséens, partiellement élaborées, et toujours exposées à être contaminées en cas de hautes eaux ou de fonte des neiges.

Il est à remarquer que la plus grande prudence s'impose aux spécialistes chargés d'analyser une eau issue d'un massif calcaire. Le cas, désormais fameux, des sources de la ville de Marche peut servir d'exemple à ce sujet : une eau manifestement sujette à être contaminée par les villages situés en amont et qui a certainement véhiculé des bacilles d'Ebert, a fourni à l'analyse des résultats irréprochables : aucune analyse isolée n'est utilisable lorsqu'il s'agit d'une source sortant d'un terrain calcaire : c'est à une surveillance prolongée et méthodique, jointe à un examen hydrogéologique attentif qu'il faut avoir recours en pareil cas.

On doit savoir gré à MM. van den Broeck, Martel et Rahir, de nous avoir livré, avec une telle accumulation de faits observés, des conclusions aussi importantes. Leur ouvrage, abondamment illustré, et enrichi de nombreuses cartes, planches et coupes, est en outre présenté sous une forme typographique irréprochable. L'existence de tables idéologiques facilite beaucoup la recherche des passages que l'on veut consulter ou relire, et l'adjonction d'un lexique, comprenant tous les termes techniques employés dans les deux volumes, en rend l'étude possible au lecteur le moins initié.

Il est juste de faire ressortir l'immense somme de travail que représente une œuvre aussi considérable ; à en juger par le nombre des annexes et additions, il semble que les auteurs ne se soient décidés qu'à regret à la clôturer. Souhaitons que l'accueil fait à leur livre soit de nature à les encourager à continuer leurs recherches, dans un domaine où, comme ils l'ont fait remarquer eux-mêmes, le dernier mot n'est pas encore dit.

F. Kaisin.

BIBLIOGRAPHIE

I

Dr Gino Loria, ord. Professor der höheren Geometrie an der Universität Genua, Spezielle algebraische und transzendente ebene Kurven. Theorie und Geschichte. Autorisierte, nach dem Italienischen Manuskript bearbeitete deutsche Ausgabe von Prof. Fritz Schütte, Oberlehrer am stiftischen Gymnasium zu Düren. Zweite Auflage. Erster Band. Die algebraischen Kurven, mit 142 Figuren auf 14 lithographierten Tafeln. Un vol. de XVIII-488 pages et 14 planches hors texte. — Leipzig et Berlin, Teubner, 1910 (1).

Rendant compte, ici même, en avril 1903, de la 1re édition de la *Théorie et Histoire des courbes planes* de M. Loria, j'en ai fait connaître aux lecteurs de la Revue le caractère utile et pratique. C'est une espèce de dictionnaire, disais-je, contenant l'inventaire des propriétés principales des courbes planes, leur bibliographie et leur histoire ; dictionnaire remarquable par la richesse, la précision, l'exactitude des renseignements qu'il renferme. L'édition actuelle n'est en rien inférieure à son aînée. Tout y est mis au point. Elle est augmentée, corrigée, en un mot parfaitement tenue au courant des travaux les plus récents.

Les améliorations apportées à la 1re édition peuvent, nous semble-t-il, se classer sous deux chefs principaux.

Il a d'abord fallu tenir compte des progrès notables accomplis, ces dernières années, dans la théorie des courbes planes. On le sait, le livre de M. Loria est loin d'y être resté étranger. Don-

(1) Cet ouvrage fait partie de B. G. Teubners *Sammlung von Lehrbüchern auf dem Gebiete der mathematischen Wissenschaften, mit Einschluss ihrer Anwendungen*. Band V., 1.

nant, nous venons de le dire, l'inventaire de toutes les propriétés connues des courbes, il ouvrait des horizons nouveaux et déblayait la voie des découvertes. Aussi dès son apparition les géomètres se mirent-ils à l'œuvre avec un redoublement de zèle, et leurs recherches sont encore journellement couronnées par les plus beaux succès. Le catalogue des propriétés des courbes s'enrichit avec une rapidité parfois déconcertante. A ne pas oublier, en outre, les efforts énergiques et tenaces faits pour grouper, unifier, en un mot simplifier de toute manière les démonstrations et les méthodes. De tout cela M. Loria a cherché à dresser le relevé le plus complet et le plus exact possible. Ce n'a pas été sans accroître les dimensions de son ouvrage ; d'où la nécessité de le partager, cette fois, en deux volumes.

Malgré leur nombre et leur variété, aucun des nouveaux théorèmes, aucune des méthodes récentes n'a cependant révolutionné la science. Le plan d'ensemble primitif de M. Loria n'a donc pas dû subir de refonte. Nulle découverte n'a même été assez importante pour exiger le remaniement d'une partie considérable de ce plan. Si des additions de la nouvelle édition et des notes ajoutées au bas des pages se remarquent un peu partout, l'ancienne division de l'ouvrage en sections et chapitres a pu néanmoins être maintenue sans le plus léger changement. Bien plus, le numérotage des paragraphes a été presque intégralement conservé.

N'eût-il même pas mieux valu n'y pas toucher du tout ?

Nous serions pour notre part assez enclin à le croire. La *Théorie des courbes planes* a sa place marquée dans la bibliothèque de tous les professeurs de mathématiques. Mais il faut compter avec les ressources parfois modestes de leur budget. Ce serait leur imposer une charge bien lourde que d'exiger qu'ils possèdent les deux éditions du livre de M. Loria. S'il avait été possible de citer la deuxième édition par sections, chapitres et numéros, sans mentionner les pages, pour beaucoup de professeurs la première édition eût gardé son utilité, pour ainsi dire, tout entière ; j'entends pour tous ceux qui n'attachent à la bibliographie et à l'histoire des mathématiques qu'une importance secondaire.

Cette réflexion m'amène au deuxième genre d'améliorations apportées par M. Loria à sa première édition : l'histoire et la bibliographie des courbes.

On l'a dit et répété avec raison, un ouvrage d'histoire ne saurait prétendre à la forme définitive que l'on peut espérer

donner à un traité de mathématique. Jamais on n'aura dans une branche de l'histoire l'équivalent des *Éléments d'Euclide ;* c'est contraire à la nature même de cette science. Tout document important et nouveau peut à chaque instant venir modifier, parfois même renverser de fond en comble, les opinions courantes. C'est ainsi, nous dit M. Loria dans la Préface, qu'il a reçu de divers côtés, souvent par lettres, de précieuses rectifications et des renseignements historiques et bibliographiques de tout genre. Si donc, comme nous venons de le dire, la première édition du *Traité des courbes planes* a conservé sa valeur, à peu près tout entière, au point de vue de la géométrie pure, il n'en est plus de même pour la bibliographie et l'histoire. Au bibliographe et à l'historien, l'emploi exclusif de la deuxième édition s'impose. Les changements apportés à la première édition sont trop multiples et trop notables pour pouvoir encore se référer à cette édition. On en trouve, pour ainsi dire, à chaque page.

Le lecteur s'attend, peut-être, à ce que je lui donne maintenant la traduction des titres des sections et des chapitres. J'ai fait ce travail au long dans le compte rendu de la première édition et je prie ceux que le sujet intéresserait de bien vouloir le consulter. Republier ici cette table des matières serait une répétition oiseuse. Une remarque suffira : le volume actuel, le titre l'indique, ne contient que les courbes algébriques (sect. 1-5) ; les courbes transcendantes (sect. 6-7) feront l'objet du second volume. Cette division de l'ouvrage était tout indiquée.

Voici maintenant quelques observations de détail.

Six pages à peine sur 485 sont consacrées aux coniques. Comme j'en faisais la remarque à propos de la première édition, c'est ou trop, semble-t-il, ou beaucoup trop peu. N'eût-il pas mieux valu suivre l'exemple donné par M. Gomes Teixeira, dans un ouvrage analogue à celui de M. Loria (1) et passer complètement les coniques sous silence ? Il est bien clair, en effet, qu'à aucun point de vue, ces six pages ne peuvent prétendre jouer, pour les coniques, le rôle de répertoire et de dictionnaire, qui rendent le volume de M. Loria si précieux, pour les lignes d'un degré supérieur au second. A quoi riment alors les quelques

(1) *Traité des courbes spéciales remarquables, planes et gauches.* Coïmbre, 1908-1909. L'ouvrage forme les tomes 4 et 5 des *Obras sobre mathematica do Dr F. Gomes Teixeira. publicadas por ordem do Governo Português.*

propriétés des coniques connues par tout le monde que M. Loria nous rappelle ?

Mais n'insistons pas sur cette critique.

A noter tout particulièrement, dans cette nouvelle édition, le développement pris par le chapitre consacré aux courbes du cinquième degré. M. Loria, dans la Préface, y appelle l'attention du lecteur. C'est, en effet, la partie la plus remaniée de son ouvrage. Les lignes du cinquième degré avaient été peu étudiées jusqu'ici. Bien à tort, vraiment, car elles sont pleines d'intérêt et fournissent un champ des plus vastes aux recherches.

Signalons enfin, pour terminer, le soin tout particulier apporté par l'auteur au dessin, parfois très compliqué, des figures. Quelques modifications faites à celles de la première édition, les rendent plus expressives et nous ont paru fort heureuses. M. Loria n'est pas de ceux qui devant un dessin un peu compliqué ont perpétuellement au bout de la plume la phrase commode : « Le lecteur est prié de faire la figure. » Toute l'exécution matérielle de son ouvrage est d'ailleurs digne de la maison Teubner. La presse mathématique n'a eu qu'une voix pour louer sa première édition. Le premier volume de la seconde édition du *Traité des courbes planes* est appelé à un succès encore plus grand.

H. Bosmans, S. J.

II

Problèmes et exercices de Mathématiques générales, par E. Fabry. — Paris, Hermann, 1910.

M. E. Fabry a écrit un excellent livre d'exercices, faisant suite à son *Cours de Mathématiques générales*. Cet enseignement, relativement nouveau, en France, est destiné aux jeunes gens qui apprennent les Mathématiques pour s'en servir immédiatement, comme physiciens, chimistes, ingénieurs. Tout y est orienté vers l'application immédiate : il faut enseigner un grand nombre de faits et ne pas s'appesantir sur les principes ou sur les discussions délicates, ou enfin sur les problèmes de pure esthétique.

M. E. Fabry remplit fort bien ce beau programme : si on peut lui reprocher d'être encore un peu élevé pour les futurs ingénieurs, par contre, son ouvrage aura l'avantage d'être utile aux

élèves de mathématiques spéciales : aux candidats à l'École polytechnique et à l'École centrale.

Le livre contient quatre parties :

I. *Algèbre.* Limites, séries, dérivées, développements en série, équations, déterminants.

II. *Géométrie analytique.* Droite et plan, coniques et quadriques, asymptotes, enveloppes, courbure.

III. *Analyse.* Différentielles, quadratures, équations différentielles et aux dérivées partielles.

IV. *Mécanique.* Cinématique, statique, dynamique du point.

Les problèmes sont tous intéressants et il y a beaucoup de calculs numériques. Ce livre sera très utile.

R. D'ADHÉMAR.

III

COURS D'ALGÈBRE ÉLÉMENTAIRE A L'USAGE DES COURS MOYENS ET DES CLASSES D'HUMANITÉS, par B. LEFEBVRE, S. J. Un vol. in-8° de IV-608 pages. — Liége, H. Dessain, et Paris, Gauthier-Villars, 1910.

RECUEIL D'EXERCICES ET DE PROBLÈMES D'ALGÈBRE ÉLÉMENTAIRE, par B. LEFEBVRE, S. J. Un vol. in-8° de 280 pages. — Liége, H. Dessain, et Paris, Gauthier-Villars, 1910.

I. — Le *Cours* du P. Lefebvre présente, disposées dans un plan normal et traitées avec des développements suffisants, les matières qui entrent dans le cadre traditionnel de l'algèbre élémentaire.

La netteté et l'exactitude des définitions, la clarté et la rigueur des démonstrations, le soin minutieux des détails, de mince intérêt, en apparence, mais de grandes conséquences, ne laissent rien à désirer. Chaque définition, chaque règle, chaque théorie sont accompagnées d'exemples qui précisent et déterminent le sens des énoncés, et d'applications variées et intéressantes qui familiarisent avec la mise en œuvre des idées générales.

Les chapitres consacrés aux questions d'algèbre financière ont été revus et complétés avec le plus grand soin ; ces théories, relatives aux *intérêts composés*, aux *annuités*, aux *rentes via-*

gères, aux *assurances*, intéresseront d'autres lecteurs encore que les élèves des cours élémentaires.

On a réuni en Appendice les questions étrangères au programme habituel des cours moyens : le binome de Newton, aisément traité par les simples règles de la multiplication, les notions premières et toutes pratiques de la théorie des déterminants, etc.

Le volume se termine par un choix très considérable d'exercices — une centaine de pages — de nombreuses tables numériques et un formulaire d'Algèbre.

Le *Cours* du P. Lefebvre n'a cessé de se perfectionner depuis sa première édition, en 1897. Parmi les traités classiques du même genre, écrits en français, nous n'en connaissons pas de plus recommandables.

II. — Le *Recueil d'exercices* contient plusieurs milliers de questions, munies très souvent de leur clef de solution et accompagnées fréquemment de renseignements historiques très intéressants. Beaucoup de ces exercices sont empruntés à la Physique, à l'Astronomie et à d'autres sciences ; un bon nombre aussi sont signés de noms illustres ou offrent un intérêt historique par leur date ou leur origine, remontant, par exemple, aux précurseurs de la science moderne.

Des additions, souvent importantes, ont été faites presque à chaque page dans cette troisième édition, qui s'est accrue d'une quarantaine de pages.

On ne peut trop recommander ce *Recueil* aux professeurs de l'enseignement moyen : ils n'en trouveront pas de mieux gradué, de plus varié, de plus intéressant.

J. T.

IV

Congrès international des applications de l'Électricité. Marseille, 1908. — *Rapports préliminaires*, première partie, 700 pages ; seconde partie, 737 pages ; troisième partie, *Organisation du Congrès*, 553 pages. Trois volumes grand in-8°, publiés par les soins de M. Armagnat, rapporteur général. — Paris, Gauthier-Villars, 1909.

C'est la plus vaste enquête qui ait été faite jusqu'ici, au point de vue pratique, sur les problèmes dont la solution intéresse directement l'électrotechnique. Le choix des questions qui ont fait l'objet de rapports, et celui des hommes de métier chargés de les rédiger, donnent à cette publication un intérêt et une valeur qui la feront grandement apprécier. Si la réclame commerciale est parvenue à s'y glisser, la part qu'elle s'est faite est très réduite, et c'est bien, en règle très générale, l'esprit scientifique qui a présidé à la composition de ces études.

Les deux premiers volumes contiennent une soixantaine de « rapports préliminaires » dont quelques-uns, parvenus au rapporteur général après la clôture du Congrès, n'ont pu être discutés. Les autres, présentés en temps utile, ont été lus ou résumés dans les sections et suivis de discussions, souvent très brèves, dont le troisième volume reproduit les idées essentielles.

Le dernier volume renferme aussi une quarantaine de mémoires de moindre étendue, mais non sans importance, ainsi que tout ce qui touche à l'organisation du Congrès.

Au total donc, une centaine de mémoires exposant de façon très solide l'état actuel de l'industrie électrique, les résultats acquis et les progrès à réaliser. Tous ceux qui consulteront cette importante collection sauront gré à M. Armagnat du travail qu'à dû lui coûter la charge de la rassembler et de la mettre en ordre.

L. R.

V

Le Radium, ses applications thérapeutiques, par le Dr A. Moeller, membre titulaire de l'Académie royale de Médecine de Belgique. Une brochure in-16 de 79 pages. — Bruxelles, H. Lamertin, 1910.

Quatre chapitres se partagent cette brochure destinée surtout aux médecins, mais qui est de nature à intéresser aussi le grand public.

Le premier chapitre retrace à grands traits l'histoire de la découverte des substances radioactives en la rapprochant de celle des rayons cathodiques et des rayons X.

Le chapitre II expose les propriétés physiques et chimiques des sels de radium.

L'auteur rappelle, au chapitre III, les vues théoriques que ces nouvelles conquêtes ont suggérées relativement à la constitution et à la transformation de la matière, en suivant pas à pas les hypothèses émises par M. le Dr G. Lebon, dans son livre *Évolution de la matière.*

Enfin, le chapitre IV, aborde les *applications pratiques* de la radioactivité, en insistant spécialement sur les services qu'elle peut rendre en thérapeutique. Voici les sous-titres des divisions de ce quatrième chapitre : action physiologique du radium ; application du radium en chirurgie ; application du radium en médecine interne, par l'emploi de l'émanation ; méthodes d'administration et doses : administration par la bouche, administration sous forme de compresses, application du radiogène en bains, boues de radiogène, inhalation de radiogène, dosages.

Il n'est question ici que des produits et des appareils émanateurs de la Société suisse du radiogène.

Une note additionnelle est consacrée aux dernières recherches de Mme Curie et de M. Debierne sur le polonium ; la brochure se termine par une *bibliographie* de plus de soixante ouvrages ou mémoires concernant surtout les applications thérapeutiques de la radioactivité.

J. T.

VI

Œuvres de Descartes, publiées par Charles Adam et Paul Tannery, sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. *Le Monde, Description du corps humain, Passions de l'âme, Anatomica, Varia*, XI. Un volume grand in-4° carré de XXIV-710-VIII pages et 16 planches. — Paris, librairie Léopold Cerf, 1909 (MM. Darboux et Boutroux, commissaires responsables) (1).

En 1662, parut à Leyde un petit in-4° de 121 pages sous le titre : Renatus Des Cartes De Homine, *figuris et latinitate donatus à Florentio Schuyl, Inclytæ Urbis Sylræ Ducis Senatore, et ibidem Philosophiæ professore.* L'éditeur Schuyl expliquait qu'il avait fait cette traduction sur deux copies de l'original

(1) Voir les comptes rendus des dix premiers volumes dans la Revue des Questions scientifiques d'avril 1898, juillet 1899, juillet 1900, octobre 1901, juillet et octobre 1903, janvier 1907 et octobre 1908.

français mises à sa disposition par deux anciens amis de Descartes, Alphonse Pollot et Antoine Studler van Surck, seigneur de Bergen, et que Clerselier l'avait encouragé.

En 1664, un libraire de Paris, Le Gras, publiait un petit in-8° ayant pour titre : Le Monde de M. Descartes, *ou* Le Traitté de la Lumiere, *et des autres principaux objets des Sens. Auec un Discours du Mouuement Local, et un autre des Fièvres, composez selon les principes du même Auteur.*

Enfin Clerselier fit paraître à son tour en 1664 un volume intitulé : L'Homme *de* **René Descartes**, *et un* Traité de la Formation du Fœtus *du mesme Autheur*. Clerselier, parlant des deux éditions précédentes, exprime le regret qu'on se soit trop pressé pour l'une et pour l'autre. Il signale que le *Traité de l'Homme* et celui de *la Lumière* ne sont que des parties du *Traité du Monde*. Si la seconde de ces parties (en réalité la première) ne fut pas publiée en 1664 par Clerselier, ce fut pour ne pas arrêter la vente du volume édité par Le Gras ; mais en 1677 Clerselier donna une édition complète de son manuscrit original. C'est naturellement l'édition définitive de Clerselier qui est suivie en principe par M. Adam.

Tel que nous l'avons, *Le Monde* n'est pas l'ouvrage entier que Descartes composa sous ce titre ; mais le texte n'en est pas moins authentique, ainsi qu'on peut le reconnaître, d'après les indications données par la *Correspondance*, de 1629 à 1634, d'après le sommaire inséré par Descartes dans le *Discours de la Méthode* et enfin d'après les *Principia Philosophiæ* où les mêmes matières se trouvent développées. M. Adam, dans une *Addition* placée à la fin du volume, établit de façon très intéressante cette confrontation du *Monde* avec des écrits d'authenticité non discutée.

Le chapitre I insiste sur la différence entre les objets et les sentiments que nous en avons. Le chapitre II traite du feu, dont Descartes explique les effets, non par des qualités, mais par des mouvements de particules de la matière. Dans le chapitre suivant, il explique de même sans recours aux qualités la dureté et la liquidité des corps (les gaz étant confondus avec les liquides) ; le chapitre IV traite du vide, et enfin le chapitre V est consacré aux trois éléments. Outre ceux qui répondent à la terre et à l'air dont les parties sont plus ou moins grosses et figurées, il en admet un, « qu'on peut nommer l'Élément du Feu » et qui est « comme une liqueur la plus subtile et la plus penetrante qui soit au Monde ». C'est au chapitre précédent qu'on a vu la nécessité d'admettre cette matière subtile, comme une consé-

quence de la négation du vide et du fait qu'une goutte d'eau vaporisée occupe un espace bien plus considérable qu'à l'état liquide.

Après cette sorte d'introduction, Descartes entre vraiment dans son sujet. Les chapitres VI et VII sont consacrés à la matière et au mouvement ; puis les chapitres VIII, IX et X traitent des étoiles fixes, dont le Soleil, des comètes et enfin des planètes, dont la Terre et la Lune. Descartes explique leur formation, racontant l'histoire du Monde comme une fable ou un roman et suivant librement le système de Copernic.

Le chapitre XI traite de la pesanteur, et le suivant du flux et du reflux ; puis viennent les deux chapitres sur la lumière et ses propriétés, objet essentiel de l'écrit auquel il donne son titre.

Devaient venir ensuite trois chapitres, où Descartes aurait montré que son édifice n'a rien d'imaginaire, mais il n'a fait qu'amorcer le chapitre XV, où il parle des comètes. A-t-il achevé son œuvre ? on n'en sait rien ; mais il semble qu'il avait quelque conscience de la difficulté du sujet ; aussi sa correspondance le montre-t-il fort occupé à des expériences et étudiant la chimie.

Cependant, pour compléter son traité du *Monde,* il ajouta à celui de la *Lumière*, celui de l'*Homme,* où il étudie ses principales fonctions. Il décrit le corps humain comme une machine « entièrement semblable aux nostres », et il explique comment se meut cette machine ; puis vient l'étude des sens extérieurs et intérieurs, la structure du cerveau et la façon dont les esprits s'y distribuent pour causer les mouvements et les sentiments.

Descartes ne publia pas son *Monde :* la condamnation de Galilée, en 1633, l'en empêcha ; mais, en 1637, il en donna le sommaire, au commencement de la Ve partie du *Discours de la Méthode*. Cela permet même de voir ce que devaient contenir les chapitres XVI et XVII : les vents sous les tropiques, les fontaines et les rivières, les métaux dans les mines, les plantes dans les campagnes, le feu et la production du verre. Or, si rien de cela n'a subsisté dans le *Monde,* tel que nous l'avons, on le retrouve, avec quelques interversions, à la IVe partie des *Principia Philosophiæ,* et il est curieux de voir les changements apportés d'un ouvrage à l'autre au sujet de certains sujets traités dans tous les deux. Telle est la question de la pesanteur.

Dans le *Monde,* cette force est expliquée au moyen de la différence de vitesse de rotation de la Terre et de la substance céleste qui l'entoure, celle-ci ayant un mouvement beaucoup plus rapide. En langage moderne, la gravité serait un résultat du

principe de la force centrifuge, et ses phénomènes seraient de tout point semblables à ceux qu'a étudiés M. Fargue dans ses expériences du *bassin tournant* (1). Lorsqu'il publia les *Principia*, Descartes ne pouvait plus parler de cette grande différence de vitesse, puisque, pour conserver le plus possible des théories coperniciennes, il en était réduit à dire que la Terre est en repos au même sens qu'est en repos un navire entraîné de Douvres à Calais par un courant d'eau laissant toujours le même liquide en contact avec le navire. On peut voir les explications peu claires que Descartes a substituées à sa théorie primitive, au paragraphe 20 des *Principia*, et les retouches faites dans la traduction française montrent l'embarras dans lequel il se trouvait.

Pour les marées, il paraît avoir conservé une explication exigeant une différence de vitesse entre le milieu céleste et la terre, mais différence pouvant être réduite autant qu'on le veut (voir le paragraphe 49 des *Principia*).

Le *Traité de l'Homme* ne fait qu'une seule œuvre avec celui de la *Lumière*, car il commence par le chapitre XVIII, faisant suite au chapitre XVII absent dans le manuscrit de ce dernier, mais dont le sujet même nous est connu comme nous venons de le voir. Le texte de l'*Homme* suppose des figures, mais Descartes n'en a pas laissé, sauf une. Il fut d'abord suppléé à cette absence par Schuyl qui orna sa traduction latine de fort jolies, mais peu exactes figures, auxquelles Clerselier jugea, avec raison, devoir en substituer d'autres, bien inférieures comme gravure, mais plus intelligibles, dues à Gutschoven et à de la Forge ; M. Adam n'en donne généralement qu'une, d'ordinaire celle de Gutschoven, mais reproduit aussi celle de de la Forge, quand elles présentaient des différences intéressantes. L'initiale du dessinateur, inscrite près de la figure, fait connaître celui-ci.

Nous ne nous arrêterons pas sur cette partie du *Monde*, parce qu'elle nous paraît moins intéressante qu'un écrit postérieur, de sujet voisin et ayant pour titre : *La Description du corps humain*, suivie de la *Formation de l'animal* ; cet écrit remonte à l'année 1648 et fut publié par Clerselier, en 1664, à la suite du *Monde*.

Un des points qui attirent le plus l'attention est relatif à la circulation du sang, alors si discutée. Dès le *Traité de l'Homme*, Descartes s'était nettement prononcé en faveur de cette « circulation perpétuelle » ; mais ici il insiste davantage sur les preuves

(1) *La forme du lit des rivières à fond mobile* (pp. 154 et suiv.)

de « cette invention si utile », pour laquelle on ne saurait donner trop de louanges au médecin anglais nommé *Hervæus*. Reproduisons l'une de ces preuves :

« Si, ayant ouuert la poitrine d'vn animal vif, on lie la grande artere assez proche du cœur, en sorte qu'il ne puisse descendre aucun sang de ses branches, et qu'on la coupe entre le cœur et le lien, tout le sang de cet animal, ou du moins la plus grande partie, sortira en peu de temps par cette ouuerture. Ce qui seroit impossible, si celuy qui est dans les branches de la grande artere, n'auoit des passages pour entrer dans les branches de la vene caue, d'où il passe dans la cauité droite du cœur, et de là dans la vene arterieuse ; aux extremitez de laquelle il y doit aussi trouuer des passages pour entrer dans l'artere veneuse, qui le conduit dans la cauité gauche, et de là dans la grande artere, par où il sort. »

Si Descartes a eu le mérite de bien saisir l'importance et la justesse de la découverte de Harvey touchant la circulation du sang, il n'a pas été aussi heureux en ce qui touche les causes de cette circulation. Tandis qu'Harvey y voyait le résultat de contractions du cœur, Descartes l'explique par une dilatation du sang « qui doit suiure necessairement de la chaleur que tout le monde reconnoist estre dans le cœur plus grande qu'en toutes les autres parties du corps ».

Ce n'est pas sans un certain étonnement qu'on trouve le traité sur *Les Passions de l'Ame*, parmi les œuvres posthumes. Sans doute il n'est pas certain que Descartes ait eu le temps d'en revoir les épreuves avant son départ pour la Suède ; mais il parut avant sa mort ; Descartes en reçut quelques exemplaires, et les distributions en Hollande et en France furent faites suivant ses indications. Dès 1646, le philosophe en avait remis une première rédaction manuscrite à la princesse Élisabeth ; puis une deuxième fut remise l'année suivante à la reine Christine, qui attendit plus d'un an pour remercier l'auteur (12 décembre 1648). Descartes n'avait pas voulu le publier sans sa permission ; aussi l'impression n'eut-elle lieu qu'en 1649. Dans ces circonstances on se demande dans quelle mesure l'insertion parmi les œuvres posthumes peut être justifiée, bien que, comme le dit un avertissement placé en tête, la publication ait été faite par un ami de l'auteur, avec sa permission, ami qui paraît être l'abbé Picot. Quel qu'il soit, il a fait précéder l'ouvrage, en guise de préface, d'une longue lettre qu'il aurait adressée à Descartes et dont l'objet principal semble être d'amener « ceux à qui

Dieu ayant donné le pouvoir de commander aux peuples de la terre, a aussi donné la charge et le soin de faire tous leurs efforts pour avancer le bien du public », de les amener, disons-nous, à fournir au philosophe les ressources nécessaires pour les expériences qu'il jugeait indispensables à la poursuite de ses travaux.

Suit une réponse où Descartes dissuade son ami de publier sa lettre, puis lui promet de revoir son écrit sur les Passions et de le lui envoyer ensuite pour en disposer à son gré.

Viennent ensuite deux autres lettres, dont la dernière, datée du 14 avril 1649, annonce l'envoi de son écrit, où, dit-il, son intention n'a pas été de traiter des passions en orateur, ni même en philosophe, mais en physicien ou, ajouterons-nous, en physiologiste.

Nous ne saurions songer à résumer ce traité bien connu ; mais il est deux remarques que nous tenons à faire. On sait combien Lange a loué Malebranche d'avoir fait reposer l'explication de la joie et de la tristesse sur des phénomènes vasomoteurs ; or, en cela comme en bien d'autres choses, Malebranche n'a fait que développer, souvent de la façon la plus heureuse, une pensée de Descartes. Nous reproduirons à ce sujet les articles CIX et CX, appartenant à la seconde partie du traité.

Article CIX

En la Ioye (1)

« Il est aussi quelquefois arrivé, au commencement de notre vie, que le sang contenu dans les veines estoit un aliment assez convenable pour entretenir la chaleur du cœur, et qu'elles en contenoient en telle quantité, qu'il n'avoit point besoin de tirer aucune nourriture d'ailleurs. Ce qui a excité en l'ame la passion de la Ioye, et a fait en mesme temps que les orifices du cœur se sont plus ouverts que de coustume, et que les esprits, coulans abondamment du cerveau, non seulement dans les nerfs qui servent à ouvrir ces orifices, mais aussi generalement en tous les autres qui poussent le sang des veines vers le cœur, empeschent qu'il n'y en viene de nouveau du foye, de la rate, des intestins et de l'estomac. C'est pourquoy ces mesmes mouvemens accompagnent la Ioye. »

(1) C'est-à-dire : *Quelle est la cause des mouvemens du sang et des esprits en la Ioye.*

Article CX

En la Tristesse

« Quelquefois, au contraire, il est arrivé que le corps a eu faute de nourriture, et c'est ce qui doit avoir fait sentir à l'ame sa premiere Tristesse, au moins celle qui n'a point esté jointe à la Haine. Cela mesme a fait aussi que les orifices du cœur se sont estrecis, à cause qu'ils ne reçoivent que peu de sang ; et qu'une assez notable partie de ce sang est venuë de la rate, à cause qu'elle est comme le dernier reservoir qui sert à en fournir au cœur, lors qu'il ne luy en vient pas assez d'ailleurs. C'est pourquoy les mouvemens des esprits et des nerfs, qui servent à estrecir ainsi les orifices du cœur, et à y conduire du sang de la rate, accompagnent tousjours la Tristesse. »

On voit comment Descartes traite son sujet « en physicien », selon son expression. Mais il arrive ceci que, lorsque, dans la troisième partie, il en vient à parler des « passions particulières », son imagination physiologique se trouve embarrassée, et on le surprend traitant son sujet en simple psychologue ; le contraste est assez curieux. Voici, par exemple, ce qu'il dit de la Générosité :

« Je croy que la vraye Generosité, qui fait qu'un homme s'estime au plus haut point qu'il se peut legitimement estimer, consiste seulement, partie en ce qu'il connoist qu'il n'y a rien qui veritablement luy appartiene que cette libre disposition de ses volontez, ni pourquoy il doive estre loüé ou blasmé, sinon pour ce qu'il en use bien ou mal ; et partie en ce qu'il sent en soy mesme une ferme et constante resolution d'en bien user, c'est à dire de ne manquer jamais de volonté, pour entreprendre et executer toutes les choses qu'il jugera estre les meilleures. Ce qui est suivre parfaitement la vertu. »

Puis il expose, sans aucunement s'occuper de physiologie, comment la Générosité empêche qu'on ne méprise les autres et comment les plus généreux ont coutume d'être les plus humbles.

Victor Cousin avait rejeté de son édition un fragment latin inséré dans les *Opuscula Posthuma* de Descartes, qui furent publiés à Amsterdam, en 1701, et qui avait pour titre : *Primæ Cogitationes circa Generationem Animalium* et était suivi d'un petit fragment *De Saporibus*. Du reste, l'éditeur des *Opuscula*

n'avait point affirmé l'authenticité de ces deux fragments. Mais une copie de notes de Descartes, faite par Leibniz chez Clerselier à Paris, a été retrouvée à Hanovre, et elle contient plusieurs passages identiques au texte d'Amsterdam. Aussi M. Adam n'a-t-il pas hésité à insérer ces fragments, dont il signale, d'ailleurs, la continuité factice, car ce ne sont que des notes datant de diverses époques.

Ensuite vient une réédition revue de fragments anatomiques déjà publiés par Foucher de Careil d'après une copie faite par Leibniz et conservée à Hanovre. A noter que, si le texte latin de Foucher de Careil est rempli de fautes, sa traduction française reproduit beaucoup plus exactement la copie (latine) de Leibniz.

Ce qui frappe dans ces fragments, c'est la continuelle description d'observations faites par Descartes au moyen de la dissection.

Après quelques notes et fragments divers, relatifs notamment à des projets d'une école des arts et métiers à fonder à Paris, d'une comédie et enfin d'une académie à fonder à Stockholm, viennent quelques additions. L'une d'elles concerne les rapports de Descartes avec le chevalier Digby, qui le détournait des simples spéculations de philosophie, pour l'engager à s'appliquer à prolonger la vie humaine : on sait combien Descartes entrait volontiers dans cette voie et quelles étaient à ce sujet ses étonnantes prétentions.

Une autre addition concerne les rapports de Descartes avec Regius, dont nous avons déjà parlé à l'occasion du tome IV. On y voit qu'après la période de brouille aiguë, le premier aurait déclaré, au sujet de son infidèle disciple, qu' « il ne se souvenoit plus d'autre chose en M. Regius que de son mérite ». Mais celui-ci ne paraît pas avoir été animé de sentiments semblables, car on signale plusieurs mauvais procédés postérieurs à la mort du philosophe. Disciple de celui-ci, il en vient à l'accuser à peu près de plagiat.

Au sujet des discussions de Descartes et de Roberval, on n'avait jusqu'à présent que le récit de Baillet ; mais MM. Brunschvicg et Pierre Boutroux viennent de retrouver et de publier une longue lettre de Roberval, adressée, en 1648, à des Noyers (elle fut commencée le 15 mai et achevée vers la fin de septembre) ; M. Adam en reproduit ce qui concerne Descartes. Il s'agit de la thèse de celui-ci relative à l'identification du corps et de l'espace, et Roberval rapporte la discussion qui s'éleva entre eux à ce sujet, en l'agrémentant d'appréciations dont

quelques citations feront connaître le ton : « Physicam novam putrido ejusmodi fundamento superstructam vulgaverat. — Ego verò inane hominis sophisma primùm risi. — Sensi nimiùm amabili morbo detineri hominem. » Il n'est pas surprenant, étant donnée cette opinion de Roberval sur Descartes, ainsi d'ailleurs que l'humeur altière de celui-ci, que leurs rapports aient manqué d'urbanité.

Notons enfin une très intéressante interprétation, due à M. Floquet, professeur d'analyse à l'Université de Nancy, d'un passage des *Varia* (p. 650) concernant la détermination de la parallaxe d'étoiles fixes, au moyen de deux astres très voisins faisant partie de la Grande Ourse et dont l'une a un éclat très inférieur à l'autre. Nous avons déjà signalé la dernière addition, relative à l'authenticité du *Monde* tel qu'il nous est parvenu.

G. Lechalas.

VII

Les noms des fleurs trouvés par la Méthode simple sans aucune notion de Botanique, par Gaston Bonnier, Professeur de Botanique à la Sorbonne, membre de l'Académie des Sciences. Un volume de poche, 336 pages, 2715 figures dans le texte et 64 planches en couleurs. — Paris (5e), Librairie générale de l'Enseignement, 1, rue Dante, 1910.

La recherche du nom des plantes et la recherche de leur classement sont deux problèmes essentiellement différents : les botanistes seuls peuvent aborder le second ; la « méthode simple » de M. Bonnier permet à tout le monde de résoudre le premier.

Elle s'inspire des clés dichotomiques de Lamarck, mais elle se borne à l'examen de quelques caractères bien visibles, bien tranchés et toujours réunis : la couleur et la forme générale des fleurs, la disposition des feuilles, leurs découpures plus ou moins profondes, et quelques autres traits très aisés à observer et qui suffisent, en général, à distinguer de toutes les autres la plante qu'on a entre les mains et dont on cherche le nom : il suffit de lire la série de questions posées successivement en choisissant celles qui correspondent à la plante qu'on a sous les yeux ; de numéro en numéro, on arrive au nom cherché. De nombreuses figures en noir, dans le texte, aident au choix

des questions, et les *photographies en couleur* fournissent, en général, une dernière vérification. Le chemin peut être long, mais il est facile et sûr; la pratique d'ailleurs apprend à l'abréger.

Le volume renferme toutes les plantes répandues en France, en Belgique, dans les plaines de Suisse et, en général, tous les végétaux communs en Europe. Il indique les propriétés médicales de ces plantes avec les doses à employer, le danger qu'elles peuvent présenter, leurs usages agricoles et industriels, les fleurs recherchées par les abeilles, les noms vulgaires, etc.

C'est un excellent ouvrage d'initiation bien fait pour éveiller et développer, de façon très attrayante, les facultés d'observation; en même temps c'est un répertoire de connaissances utiles.

L. R.

VIII

Dictionnaire kikongo-français et français-kikongo, par R. Butaye, S. J. Un vol. in-8° de XII-308, 238 et 90 pages. — Roulers (Belgique), J. De Meester, 1910.

Tandis qu'en Europe des journaux, des revues, des livres même accusent périodiquement nos missionnaires de manquer de patriotisme et d'être indifférents ou hostiles à la science, au loin, dans notre colonie, des prêtres et des religieux belges étendent indéfiniment leur œuvre de christianisation bienfaisante et civilisatrice, de patriotisme et de science. Ils élèvent des lazarets pour soigner les noirs et étudier la maladie du sommeil; ils jettent des ponts sur les rivières et construisent des routes par où passe le courant civilisateur; ils bâtissent des écoles, créent des imprimeries d'où sortent des livres, voire même des périodiques pour l'instruction et la moralisation des indigènes. Leurs travaux apostoliques leur fournissent l'occasion de se renseigner et de nous renseigner sur les hommes et le pays, et ils n'y manquent pas. Leurs observations, fort intéressantes et très variées, sont consignées dans les revues des missions et les périodiques coloniaux. De temps en temps, un livre paraît qui en dit plus long et condense un plus grand nombre de faits. Pour ne parler que des travaux édités en Europe par les seuls Jésuites belges, voici déjà longtemps qu'un ancien missionnaire du Zambèse, le R. P. Edm. Delplace, publiait les résultats de

ses premières études de *fiote*. Depuis lors, le R. P. I. Struyf a complété un manuel au titre un peu large commencé par un linguiste fort distingué, M. Seidel (*La Grammaire Congolaise*, 1910). Le même missionnaire a bourré deux forts volumes de fables, récits et nouvelles de tous genres que les Bakongos se content, le soir, après une journée... de repos (*Uit den kunstschat der Bakongos*, 1908). Le botaniste très averti qu'est le Frère Gillet, Directeur du Jardin botanique de Kisantu, vient de publier en collaboration avec le R. P. E. Pâque, vice-président de la Société royale de botanique de Belgique, les *Plantes principales de la région de Kisantu* (Annales du Musée du Congo Belge publiées par le Ministère des Colonies, *Botanique*, Série V, Bas et Moyen Congo, Fascicule I, IX-120 pages, 28 cm. × 35).

Aujourd'hui, en attendant qu'il nous offre une grammaire (actuellement sous presse chez J. De Meester, à Roulers), un vétéran de la colonie, le R. P. R. Butaye, nous donne un riche dictionnaire kikongo-français et français-kikongo, dont voici la sommaire analyse.

L'ouvrage débute par les notions grammaticales indispensables à qui doit manier un lexique de ce genre ; ces données sont très brièvement et fort clairement exposées (pp. I à XII).

Dans la première partie, *kikongo-français*, on trouve, outre les correspondants en notre langue des termes et des idiotismes kikongos, des détails intéressants sur les us et coutumes du pays noir ; chaque article est généralement suivi du mot flamand qui équivaut au vocable congolais (pp. 1-308).

La deuxième partie, *français-kikongo*, ne contient plus que les équivalences de signification et des particularités grammaticales (pp. 1-238).

Des appendices (pp. 1-90) fournissent : I, un lexique flamand-kikongo ; II, un abrégé de grammaire et un lexique kiswahili-français ; III, des « détails divers » (noms propres indigènes, noms de parade, croyances, superstitions, fétiches et amulettes, maladies, diagnostic, remèdes indigènes et leur valeur, remèdes scientifiques, travaux, etc.) ; IV, une nomenclature systématique de la faune et de la flore.

Nous ne pouvons que féliciter l'auteur d'avoir conçu un plan aussi large et de l'avoir si parfaitement réalisé. Il n'y a à lui reprocher, semble-t-il, que quelques légères imperfections de langage ; par contre, il faut hautement louer la clarté, la concision et la précision du style. Peut-être aussi faudrait-il souhaiter que ce que j'appellerais la partie documentaire des

articles (relative aux us et coutumes, croyances, etc.), partie déjà très remarquable et hors pair, fût encore un peu plus développée et, moyennant une addition de quelques pages, le travail du R. P. Butaye élargirait le cercle de ses lecteurs : il rendrait de grands services à tous les hommes de science (ethnologues, géographes, etc.) qui s'intéressent, par quelque côté, aux choses de la colonie.

Tel qu'il est cependant, cet ouvrage aura un succès qui dépassera les modestes aspirations de l'auteur ; il deviendra le *vade-mecum* de tous nos coloniaux, missionnaires, agents de l'État ou des Compagnies et explorateurs. Ils trouveront dans cet élégant volume, outre les informations qu'on réclame d'un dictionnaire, tous les renseignements de première nécessité qu'on demanderait à un vieux colonial et bien d'autres auxquels on ne songerait pas. Le R. P. Butaye ne destine pas son ouvrage qu'aux seuls Européens ; il espère le voir bientôt aux mains des Noirs les plus instruits ; voilà qui est de bon augure et donne déjà une haute idée de l'œuvre civilisatrice accomplie là-bas.

LUCIEN DELPORTE.

IX

LA LANGUE INTERNATIONALE ET LA SCIENCE, *Considérations sur l'introduction de la Langue internationale dans la Science*, par L. COUTURAT, ancien professeur de l'Université de Caen, O. JESPERSEN, professeur de l'Université de Copenhague, R. LORENZ, professeur à l'École polytechnique fédérale de Zurich, W. OSTWALD, professeur émérite de l'Université de Leipzig, L. PFAUNDLER, professeur de l'Université de Graz, traduit par M. BOUBIER, privat-docent à l'Université de Genève. Une brochure in-8° de 67 pages. — Paris, Ch. Delagrave, 1909.

Les lecteurs de la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES ont été mis au courant des débuts du mouvement en faveur de l'adoption d'une langue auxiliaire internationale, par un article peu favorable dû au R. P. P. Peeters et par une correspondance échangée avec lui par M. Couturat (n^os^ d'avril et de juillet 1902). Puis, s'il n'en a pas, à proprement parler, entretenu les lecteurs de la REVUE, M. Mansion a donné, dans les ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES, une note substantielle, beaucoup

plus sympathique à l'entreprise (1907, t. XXXI, 1re partie, pp. 213-218).

Ainsi que le rappelait M. Mansion, dans le passé, trois langues ont joué le rôle de langue internationale : le grec, le latin et le français. Aujourd'hui, le besoin d'une telle langue se fait impérieusement sentir ; mais aucun peuple n'est disposé à accepter la langue d'un autre peuple et, d'autre part, le grec et le latin classique sont des langues synthétiques dont le génie est trop opposé à celui des trois grandes langues modernes. D'où la conclusion qu' « à l'avenir, il n'y aura très probablement plus de langue internationale *naturelle* ».

Sans parler de nombreux projets restés à peu près dans le domaine de la théorie (1), deux langues artificielles s'étaient successivement imposées à l'attention publique, le *volapük*, inventé en 1881 par le curé Schleyer, et l'*esperanto*, créé en 1887 par le Dr Zamenhof. En 1900, plusieurs des congrès qui se tinrent à Paris, à l'occasion de l'Exposition universelle, fondèrent, sous le titre de *Délégation pour l'adoption d'une langue auxiliaire internationale*, un comité qui devait tâcher d'obtenir de l'*Association internationale des Académies* qu'elle fît un choix d'une telle langue, son autorité paraissant de nature à faire évanouir bien des dissidences. Au cas où cette Association refuserait cette mission, la Délégation devait la remplir elle-même, et elle dut s'y résigner lorsque, vers 1907, il lui fallut reconnaître son impuissance à entraîner les Académies dans ce mouvement. Elle avait sans doute rencontré de nombreuses sympathies dans leur sein, mais, décidément, on ne pouvait espérer voir leur Association internationale prendre le commandement.

Rappelons d'abord les conditions essentielles auxquelles, dès le début, la Délégation avait déclaré que la langue internationale devrait répondre :

1° Être capable de servir aux relations habituelles de la vie sociale, aux échanges commerciaux et aux rapports scientifiques et philosophiques ;

2° Être d'une acquisition aisée pour toute personne d'instruction élémentaire moyenne, spécialement pour les personnes de civilisation européenne ;

3° Ne pas être l'une des langues nationales.

(1) Voir l'*Histoire de la Langue internationale* et *Les Nouvelles Langues internationales*, par Couturat et Leau. Paris (1903 et 1907).

Prenant comme principe que la meilleure langue internationale est celle qui présente la plus grande facilité pour le plus grand nombre d'hommes, elle en déduisit quelques conséquences pour ainsi dire immédiates :

On adoptera l'alphabet latin, à l'exclusion de toutes les lettres munies d'accents ou autres signes, qui rendent difficiles ou même impossibles l'écriture, l'impression et la télégraphie.

Au point de vue phonétique, on se conformera au principe « une lettre, un son », en admettant quelques petites déviations apportant plus de facilité en raison de la prononciation et des habitudes de certaines nations. D'autre part, on évitera les groupes de consonnes affectés de lourdeur, difficiles à prononcer pour certains peuples.

Au point de vue du vocabulaire, le principe d'internationalité adopté par le Dr Zamenhof sera scrupuleusement appliqué : pour évaluer l'internationalité d'un mot ou d'un radical, on se guidera sur le nombre d'hommes qui le connaissent par leur propre langue. Cette règle toute numérique n'empêche pas bien des difficultés de surgir, et l'on trouvera de très intéressants exemples de discussion de ces difficultés, dans l'article de M. Jespersen sur les *Principes linguistiques servant de base à la construction de la langue auxiliaire internationale* (1).

Une fois les radicaux choisis, on leur appliquera des règles de dérivation constantes et faciles.

Quant à la grammaire, la régularité, l'absence d'exceptions sera sa principale caractéristique. On ne peut d'ailleurs appliquer ici une méthode de choix de fondement arithmétique comme pour les radicaux, car on aboutirait au chaos, mais l'étude des langues naturelles fournit des indications précieuses, comme le montre M. Jespersen.

Comme l'*esperanto* répond dans une assez large mesure à ces principes, M. Jespersen, dans une annexe à l'étude précitée, en

(1) Au point de vue des résultats obtenus à cet égard, nous dirons que, sur 5379 racines figurant dans les premiers lexiques de la langue de la Délégation, les nombres suivants marquent celles qui appartiennent aux diverses langues européennes :

Français	4880	soit	91	pour	100
Italien	4454	soit	83	»	»
Espagnol	4237	soit	79	»	»
Anglais	4229	soit	79	»	»
Allemand	3302	soit	61	»	»
Russe	2821	soit	52	»	»

fait la critique pour montrer ce qui empêchait de l'adopter tel quel : citons notamment la surabondance des chuintantes, des diphtongues et des lettres accentuées, d'assez nombreuses particularités dues à l'influence du russe et du polonais et contrariant l'usage international, la multiplicité exagérée des mots composés, les défauts des règles de dérivation.

Cette question de la dérivation a été discutée particulièrement par M. Couturat, dans un article au titre énigmatique : *Sur l'application de la logique au problème de la langue internationale.* M. Oswald a mis en lumière le principe général d'*univocité :* « il y a une correspondance univoque et réciproque entre les idées et les morphèmes (éléments invariables des mots) qui les expriment », d'où résulte, comme corollaire, que « tout morphème représente une idée élémentaire qui est toujours la même, de sorte qu'une combinaison de morphèmes a un sens déterminé par la combinaison des idées correspondantes ». Du même principe d'univocité, on déduit aussi le principe de *réversibilité :* « Toute dérivation doit être réversible, c'est-à-dire que, si l'on passe d'un mot à un autre en vertu d'une certaine règle, on doit passer inversement du second au premier en vertu d'une règle exactement inverse de la précédente. »

Soit, par exemple, le nom *krono* = *couronne ;* on ne peut en dériver directement *kronar* = *couronner,* car inversement de *kronar* ou dériverait *krono* = action de couronner ou *couronnement,* et l'on aurait un seul mot pour deux idées.

De même, si l'on substantifie un adjectif par simple substitution de *o* à *a*, on aura, en partant de *blinda* = *aveugle, blindo* = *un aveugle.* D'où il résulte qu'il faudra une dérivation au moyen d'un suffixe pour passer d'aveugle à cécité : on dira *blindeso.*

M. Couturat, qui a publié une étude spéciale sur la dérivation, y a critiqué à ce point de vue l'esperanto.

On peut se rendre compte, dès maintenant, que si par bien des points la langue du Dr Zamenhof devait appeler l'attention de la Délégation, il était impossible que celle-ci en votât l'adoption pure et simple : mais il lui sembla qu'elle constituait un point de départ des plus utiles, en soi et aussi en raison du développement considérable qu'elle avait pris. C'est pourquoi elle voulut entrer en négociations pour arriver à un accord en vue d'une réforme de l'esperanto ; mais ses ouvertures furent repoussées de façon hautaine. Aussi, sans renoncer aucunement à s'inspirer de l'esperanto, résolut-elle de constituer sa langue

internationale, et c'est au marquis de Baufront, fondateur de la *Société française pour la propagation de l'Esperanto* et du journal L'ESPÉRANTISTE, que revient le principal honneur de ce travail.

La question du nom à donner à la nouvelle langue fut l'occasion de graves difficultés : la Délégation aurait désiré la dénommer *esperanto simplifié*, mais elle crut devoir en demander l'autorisation au Dr Zamenhof, qui la refusa formellement. On se rabattit alors sur une allusion voilée, et la nouvelle langue fut baptisée *ido* (fils ou descendant ; on laisse à chacun le soin de deviner le nom de l'ancêtre).

Lorsqu'eut lieu la rupture entre la Délégation et les espérantistes, il se produisit une scène assez divertissante : un nombre prodigieux de sociétés de toutes sortes avaient adhéré à celle-là et proclamé que tous devraient s'incliner devant son verdict, mais pour beaucoup il était sous-entendu que ce verdict devait obligatoirement être une apothéose de l'esperanto. Aussi, le jour où la Délégation prétendit réformer l'esperanto et où les espérantistes récalcitrèrent, il y eut un beau tapage, et la revue PROGRESO, publiée par la Délégation, dut insérer une longue suite de lettres de démission indignées. M. Carlo Bourlet alla jusqu'à traiter les meneurs de la Délégation de « bons apôtres ». Pour parfaire la comédie, les susdits meneurs (ou du moins il y en eut) furent surpris de ce qui leur arrivait : il faut décidément qu'ils manquent de psychologie.

Quand nous parlons de comédie, ce n'est pas que le spectacle nous réjouisse ; car nous faisons les vœux les plus sincères pour l'adoption quasi unanime d'une langue internationale, et ce déchirement ne présage rien de bon. A défaut de bonnes raisons, les espérantistes tiennent le bon bout de la corde : ils ont prospéré et multiplié pendant une série d'années, ils sont organisés de tous côtés; bref, l'adage « *beati possidentes* » les désigne comme difficiles à déloger de leurs positions. Pour donner confiance, il ne faut rien moins que le spectacle de la rapide décadence du volapük ; vu l'affinité de l'*ido* avec l'*esperanto*, le jour où celui-ci se laissera sérieusement entamer, la conversion pourra se produire avec une rapidité surprenante.

A en croire du reste les idistes, ce mouvement serait déjà sérieusement engagé. M. Lorenz constate avec satisfaction l'existence de multiples journaux en *linguo-internaciona*, puis déclare que le mouvement en faveur de cette langue a pris une accélération inconnue dans les périodes du volapük et de l'esperanto. « La caractéristique de ce mouvement, dit-il, est qu'il trouve

bon accueil même chez les Anglais et les Américains, alors que l'introduction de l'esperanto chez les Anglo-Saxons se heurtait à une résistance insurmontable, car ils opposaient avec raison aux complications et aux défauts de l'esperanto les avantages de la langue anglaise (principalement dans sa grammaire).

A ce point de vue de la propagation de l'*ido*, nous ne saurions à première vue, trop regretter l'exemple que vient de donner M. Ostwald en laissant récemment publier des traductions françaises de certaines de ses œuvres, car, du côté des intellectuels, un des plus puissants motifs d'apprendre la langue internationale sera la possibilité d'y lire des œuvres de haute valeur, autrement hors de leur portée. Il faut donc que toutes les illustrations dévouées à la cause de l'*ido* lui réservent le privilège de la traduction de leurs œuvres.

M. Ostwald nous répondrait peut-être en nous renvoyant à son article sur *la question de la nomenclature*, où il fait remarquer que les dictionnaires des langues internationales contiennent en première ligne les expériences de la vie journalière. « L'élaboration des concepts des diverses sciences et la fixation de leur nomenclature internationale précise est, dit-il, la *toute première tâche* qu'on doit accomplir avant d'envisager la littérature internationale et les relations scientifiques orales. Les représentants de la science qui ont adhéré à l'*Uniono di l'amiki di la lingno internaciona* sont donc tenus à s'occuper en *tout premier lieu* de cette tâche, car de sa réalisation au moins provisoire dépend le succès ultérieur de l'entreprise. »

Voilà qui est de nature à refréner nos impatiences, et M. Pfaundler, dans l'article qui clôt la brochure sur *la Langue internationale et la Science*, se place au même point de vue, quand il engage les savants à s'en tenir d'abord au langage ordinaire de la conversation.

Ajoutons que cette brochure, qui par son contenu et par les noms qu'elle groupe sur sa couverture, constitue un excellent moyen de propagande, se termine par des appendices comprenant principalement une notice sur la langue *ido*. Cette notice comporte, outre un préambule sur ses principes, une page de grammaire, une sur la formation des mots (listes des 48 affixes), un lexique de termes grammaticaux, une page spécimen du dictionnaire international-français et une du dictionnaire français-international, enfin une expérience de double traduction d'une page due à M. Poincaré en ido, puis retraduite en fran-

çais par une personne n'ayant pas lu l'ouvrage d'où était extrait le passage traduit.

Viennent enfin un extrait des statuts provisoires de l'*Union des amis de la Langue internationale* et un bulletin d'adhésion à cette Union.

G. Lechalas.

X

Linguo internaciona di la delegitaro (Ido). Internaciona mathematical Lexiko in Ido, Germana, Angla, Franca et Italiana da Dr Louis Couturat. Internationales Mathematisches Lexikon in Ido, Deutsch, English, Französisch und Italienisch. Grand in-8° de iv-36 pages. — Jena, Gustav Fischer, editisto, 1910. Prix : 1,50 marc.

En 1881, le curé Schleyer a inventé le *volapük*, langue synthétique avec une grammaire régulière assez compliquée, et un vocabulaire emprunté aux principales langues européennes, mais où les radicaux étaient trop déformés pour que l'on pût les reconnaître. En 1887, le médecin Zamenhof a créé l'*esperanto* qui est presque entièrement analytique, a une grammaire simple et un vocabulaire contenant beaucoup de mots internationaux, mais dont le système de dérivation est imparfait et l'alphabet trop compliqué. En 1903, Peano a imaginé le *latin sans flexion*, langue analytique aussi où la grammaire est réduite au dernier degré de simplicité et où le vocabulaire est latin ou néolatin. En 1907, la *Délégation pour l'adoption d'une langue internationale* a choisi comme telle l'*ido*, un esperanto amélioré dont l'alphabet est facile et la grammaire simplifiée, le système de dérivation rendu aussi parfait que possible, et dont le vocabulaire a vraiment le maximum d'internationalité. Ces diverses langues artificielles, même le volapük que l'esperanto a supplanté, ont rendu des services au commerce ou à la science.

Le dictionnaire très bien fait que nous annonçons contient en ido tout le vocabulaire usuel des mathématiques, et même plus — avec traduction en allemand, anglais, français et italien — mille mots environ, dont les trois quarts sont internationaux et se comprennent immédiatement (28 pages). Il est suivi d'un index de 8 pages donnant la traduction en ido des mots allemands,

anglais, français, italiens qui ne concordent pas suffisamment pour la forme avec ceux de l'ido du Lexique principal pour que l'on puisse les y retrouver sans peine.

Nous faisons le vœu que dans une prochaine édition le *Lexicon* de M. Coutural soit imprimé dans un format in-12 comme le Dictionnaire esperanto de Zamenhof ; qu'on y ajoute en quelques pages le résumé de la grammaire, la formation des mots et le lexique des mots grammaticaux. Alors, sans autre manuel, les mathématiciens pourront lire les livres de mathématiques écrits en ido.

PAUL MANSION.

XI

AMES EN PRISON, par LOUIS ARNOULD, professeur à l'Université de Poitiers. Quatrième édition, mise à jour et doublée. Un vol. in-18, de XIX-479 pages. — Paris-Poitiers, G. Oudin et Cie, 1910.

Avant de rendre compte de cet ouvrage, nous devons exprimer la douloureuse émotion que nous avons ressentie en recevant, au lieu de la réponse attendue à une lettre que nous avions adressée à l'admirable femme qui est, on peut le dire, l'héroïne du livre de M. Arnould, la nouvelle de sa mort. Nous voulons parler de la Sœur Sainte-Marguerite, l'éducatrice de Marie Heurtin. Les lecteurs de la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, qui ont gardé quelque souvenir de notre article sur les *Sourdes-Aveugles* (janvier 1905), comprendront et partageront cette émotion.

L'article que nous venons de rappeler avait été composé en grande partie d'après la 3e édition de *Une âme en prison* (on notera le changement du titre) ; il nous serait donc impossible de faire un compte rendu complet sans tomber dans de pures redites. Aussi prenons-nous le parti de nous limiter à peu près à ce qu'il y a de nouveau dans la 4e édition, doublée, on l'a vu, comme la troisième était doublée par rapport à la deuxième.

M. Arnould a surtout étudié les sourdes-aveugles du monastère de la Providence de Larnay, près Poitiers : elles sont en effet ses voisines ; mais, surtout dans sa nouvelle édition, il a étendu ses investigations aussi loin que possible. Quoi qu'il en soit, attachons-nous d'abord à Larnay. Précédemment il avait parlé

presque exclusivement de Marie Heurtin, sourde-aveugle de naissance, née en 1885. Il ajoute naturellement quelques détails sur ce sujet si intéressant, mais sans rien de bien nouveau (1). Notons seulement qu'elle va bientôt avoir le douloureux bonheur d'avoir auprès d'elle une de ses sœurs, atteinte de la même double infirmité, Marthe Heurtin, née en 1902. Il est à remarquer que leurs parents sont consanguins et que, parmi leurs enfants, il y a aussi un fils sourd-muet, mais non aveugle.

A Larnay est entrée une nouvelle pensionnaire, Anne-Marie Poyet, qui mérite bien de nous arrêter un peu. Née en 1894 à Izieux (Loire), elle a pour père un ouvrier teinturier ; à dix-sept mois, c'était une enfant bien développée et avancée pour son âge, lorsque, le 8 avril 1896, elle fut atteinte brusquement d'une maladie infectieuse mal déterminée qui, durant quinze mois, parut devoir aboutir à la mort ; elle guérit cependant, soignée par ses parents avec un admirable dévouement, mais elle avait perdu la vue et l'ouïe dans cette terrible crise.

Après cette guérison, nous voyons le père s'appliquer d'une façon absolument touchante à conserver un lien intellectuel et moral avec cette enfant (il en avait trois autres). Il lui consacre tous ses instants de liberté, inventant des moyens de communiquer avec elle, de lui faire retrouver les mots qu'elle avait connus et de lui en apprendre de nouveaux : il lui rapprend « papa » et « maman », en mettant les doigts de son enfant dans sa propre bouche durant qu'il prononce les mots. Il imagine un système de signes : un souffle chaud sur la main veut dire « papa », deux souffles « maman », trois souffles « grand-mère ». Il fait avec soin l'éducation de son toucher, lui apprend à cueillir les fruits mûrs et non les autres. Une petite sœur venant augmenter la famille, Anne-Marie apprend à l'emmailloter, à lui chauffer les pieds.

Grâce à ce dévouement paternel et aussi du reste à celui de la mère, il n'y eut point ici, à proprement parler, une âme en prison ; mais un enseignement systématique n'en devenait pas moins nécessaire. Anne-Marie comprend ce qu'on veut et en est heureuse : comme elle a grande affection pour les sœurs qui ont aidé ses parents à la soigner, elle marque qu'elle veut aller chez des religieuses ; mais, chose extraordinaire, on heurte

(1) Il convient cependant de signaler la reproduction d'articles de MM. Descaves et Faguet.

vainement à plusieurs portes, sans que personne puisse indiquer Larnay, et c'est l'institution Valentin Haüy qui donne enfin l'adresse nécessaire.

C'est le 13 juillet 1907, que le père vient confier son enfant à la Sœur Sainte-Marguerite. Celle-ci fut agréablement surprise des facilités relatives de cette nouvelle éducation : pendant ses premiers dix-huit mois, Anne-Marie avait vu et entendu ; mais tout eût été sans doute perdu des premières acquisitions sans le dévouement paternel, qui avait su maintenir ou renouer les communications : Anne-Marie savait qu'il y a des moyens abrégés de désigner les choses ; elle connaissait le rapport du signe à l'objet. Au commencement de novembre, elle adresse à ses parents une copie de l'alphabet et un petit bas tricoté par elle.

Les progrès sont rapides et l'on mène de front l'étude des divers modes du langage, y compris le langage parlé, pour lequel elle a beaucoup de goût.

Les vacances de 1908 venues, Anne-Marie va passer un mois chez les siens, sur les rives du Gier ; la Sœur Sainte-Marguerite recommande qu'on la fasse parler, et la famille pleure de joie en l'entendant si bien souhaiter la fête de son père.

Il ne faudrait cependant pas exagérer, et voici ce que M. Arnould dit du langage de Anne-Marie : « La parole est encore loin d'être toujours intelligible et a beaucoup de progrès encore à réaliser, par exemple pour la prononciation des *r*, la grande difficulté pour tous les genres de sourds-muets. Mais rien n'est bon pour les poumons de l'enfant comme ces exercices de forte respiration, qui manquent tant à ceux des sourds qui ne parlent pas, et rien n'établit la communication entre les entendants et ces pauvres infirmes comme lorsque ceux-ci leur font entendre, si gauche soit-elle, cette chose si profondément personnelle qu'est la voix humaine. — A présent, Anne-Marie accueille ses amis avec la parole, et, à ce qu'ils lui disent en mimique ou en dactylologie, elle répond par la parole. »

Cependant, dès son retour des vacances de 1908, Anne-Marie pouvait écrire une lettre, enfantine bien entendu, à ses parents. La mort ne l'a pas bouleversée comme elle l'avait fait pour Marie Heurtin et auparavant pour Laura Bridgman. Du reste elle y a été habituée de bonne heure, ayant perdu une petite sœur alors qu'elle était à Izieux.

Pour l'élever à la connaissance de Dieu, la Sœur Sainte-Marguerite a eu recours à l'idée de causalité comme pour Marie Heurtin ; nous avons vu du reste, par l'exemple de Laura Bridg-

man et d'Hélène Keller, que c'est bien là, semble-t-il, la vraie voie à suivre, puisque, élevées d'abord sans aucune instruction religieuse, selon les principes du Dr Howe qui ne veut arriver là que lorsque la raison a pu se développer, toutes deux ont passé par des crises très caractéristiques, provoquées par leur besoin de connaître la cause du monde.

La première partie du volume, en occupant la moitié, est ainsi consacrée à Larnay ; la deuxième, de moins de cinquante pages, nous fait rapidement connaître les écoles étrangères de sourds-aveugles : il y en a cinq, dont deux américaines, celle de Boston, la première en date (1832), illustrée par Laura Bridgman et Hélène Keller, et celle de New-York (1874). Une différence est à noter entre ces deux établissements : tandis qu'à la Perkins Institution de Boston chaque élève a son institutrice spéciale, ce qui est fort onéreux, à New-York on s'applique à confier plusieurs enfants à un ou deux professeurs : ainsi Miss Barrager et Miss Smith ont quatre élèves en commun.

La troisième école en date est celle de Venersborg, en Suède (1886). La méthode qui y est suivie se rapproche plus de la méthode américaine que de celle de Larnay, car, après avoir familiarisé l'élève avec quelques objets matériels, on trace dans ses doigts les lettres de leurs noms, tandis qu'à Larnay on commence par la mimique.

Dans le même établissement se trouve un asile d'idiotes, ce qui facilite parfois la réparation de cruelles erreurs : c'est ainsi qu'on s'est aperçu qu'une laponne de 17 ans, reçue comme idiote, était simplement une sourde-aveugle, dont l'intelligence, parfaitement normale, progresse tous les jours. On sait que pareil accident faillit arriver à Marie Heurtin. Les soins médicaux sont particulièrement attentifs à Venersborg, et deux aveugles y ont recouvré la vue.

A propos de cette école, notons que les parents des élèves jouissent du tarif de demi-place sur les chemins de fer.

L'école allemande de Nowawes ne date que de 1906. Le besoin s'en faisait sentir, car la proportion des sourds-aveugles paraît considérable en Allemagne : on estime qu'il y existe bien 500 de ces infirmes. Le directeur est le pasteur Hoppe, la directrice la Sœur évangélique Agnès de Saldem, et la direction pédagogique est imprimée par le Dr Riemann. Celui-ci attache une très grande importance au langage vocal : aux deux raisons données ci-dessus, il ajoute que ce langage permet aux éducateurs de contrôler rapidement leur enseignement. C'est d'ailleurs

à la méthode mimique qu'il s'attache, comme les Sœurs de Larnay, pour faire jaillir la notion du lien entre l'objet et son signe. L'enseignement religieux est très développé.

Avant la fondation de cet établissement, que devenaient les sourds-aveugles d'Allemagne ? « La plupart, dit le Dr Riemann, végétaient dans des établissements d'idiots ou d'aliénés. » Quelques maîtres isolés cherchaient à les instruire, mais sans rien connaître des cas antérieurs et en cherchant de nouveau les voies déjà découvertes.

Ajoutons que le Dr Riemann pense, comme la Sœur Sainte-Marguerite, que le premier mal du sourd-aveugle n'est pas la cécité, mais la surdité, dont, au point de vue intellectuel, les inconvénients sont bien plus graves. Un détail intéressant concerne la comparaison entre les infirmes de naissance et ceux qui ont vu et entendu un certain temps : il arrive souvent à ceux-ci qu'ils s'enterrent, pour ainsi dire, dans ce qu'ils ont vu et entendu, et il en résulte qu'il est très difficile de les en faire sortir, en sorte que, d'une instruction plus facile au début, on les voit ensuite progresser moins allègrement que les infirmes de naissance. Le Dr Riemann insiste d'ailleurs sur l'utilité de faire entrer très rapidement à l'établissement les enfants doués de parole mais devenus sourds, afin qu'on leur conserve celle-ci.

Nous arrivons enfin à l'école d'Édimbourg, un peu plus ancienne que l'école allemande (1901), où l'enseignement manuel paraît particulièrement développé.

En divers autres lieux, on pourrait citer des éducations intéressantes de sourds-aveugles, mais entreprises de façon discontinue, sans qu'il y ait là des établissements à eux régulièrement affectés.

Après ce coup d'œil sur les différents établissements où sont instruits les sourds-aveugles, vient une suite de notices sur 116 sujets atteints de cette double infirmité. Nous en mentionnerons brièvement quelques-uns. Ida M. Brookfield, née entre 1841 et 1846 (la date a été omise), est un sujet très remarquable. Cette Écossaise aurait pu être une Hélène Keller ; elle a appris le grec, l'allemand et le français. Elle collabore à la pieuse revue Les Canaux de Bénédiction, fondée par le sourd-aveugle Edwin Narris et où elle s'occupe particulièrement de la poésie ; elle publie d'ailleurs une revue de quinzaine Braille News Packet.

John Howard Cummings, né en 1849 en Amérique, est devenu aveugle à 6 ans et sourd à 24. Il a appris environ 20 000 lignes de prose ou de poésie ; il se montre enchanté du *gant alphabé-*

tique, sur lequel est inscrit un alphabet dont il connaît la position de chaque lettre : il suffit donc de toucher une lettre pour que le sujet sache quelle elle est. C'est un procédé de communication très rapide, quand on en a l'habitude.

L'écossais Benjamin Dickson (1861-1908) n'est devenu aveugle qu'en 1905. Il est surtout remarquable par le zèle évangélique dont il a fait preuve jusqu'à sa mort.

Née près de Stettin en 1896, Hertha Schulz est devenue aveugle et sourde à quatre ans et parla encore pendant un an. Elle se figurait que les autres avaient perdu la parole, disant : « C'était au temps où vous saviez encore tous parler. » Placée à l'établissement de Nowawes, où l'on n'avait pas encore reçu de sourds-aveugles, elle a appris à parler, mais dans des conditions médiocres, et sa diction est monotone.

Élisabeth Robin, née en 1884 et devenue sourde-aveugle à 18 mois, a été élevée à la Perkins Institution, où elle entra entre 6 et 7 ans. Il ne lui fallut qu'une semaine pour apprendre à épeler trois mots et à les associer aux objets qu'ils représentent, et il ne lui fallut guère plus de trois mois pour disposer d'un vocabulaire de 125 mots et faire de petites phrases.

Elle a reçu une instruction très développée et sa formation physique et morale est remarquable. Après avoir reçu son diplôme en 1906, dans une séance publique solennelle, elle est retournée dans sa famille, qui habite une ferme du Texas, où elle s'occupe des soins de la maison et de l'épluchage du coton. Au dehors, elle a peur des araignées venimeuses et des scorpions.

Joseph Sure, sourd-aveugle de naissance, est né en Westphalie en 1886 ; il entra à 13 ans à l'établissement catholique d'aveugles de Paderborn, où on l'instruisit d'après les conseils donnés par la Sœur Sainte-Marguerite. Ses principales aptitudes paraissent être pour l'arithmétique et le modelage.

Au cours de ce catalogue chronologique, M. Arnould ne parle que brièvement d'Hélène Keller ; mais, à propos de la Perkins Institution, il raconte une visite qu'il lui fit à Waentham, dans le joli cottage qui lui a été offert par la ville de Boston ; elle y vit avec son ancienne institutrice, miss Sullivan, devenue Mme Macy. Pendant trois quarts d'heure, il entretint avec elle une conversation orale en français ; elle tâtait légèrement ses lèvres et répétait les paroles ainsi lues, pour éviter toute erreur. « Inspectrice des écoles des sourdes-muettes de Boston, dit M. Arnould, elle m'a fait l'effet d'une intellectuelle de marque, qui est gardée

du pédantisme par sa gaieté débordante et sa joie de vivre. » Il regrette qu'elle n'ait pas conservé de relations habituelles avec sa famille, ainsi que la petite place occupée dans son existence par les pensées religieuses, ce qui peut être la conséquence de la méthode du Dr Howe, ainsi que nous l'avons vu dans notre précédente étude (1).

Une des questions que nous nous sommes le plus posées, à l'occasion de l'éducation des sourds-aveugles, est celle de la préférence à donner à la méthode de Boston ou à celle de Larnay pour le début de l'instruction : faut-il aborder de front la méthode alphabétique ou passer par l'intermédiaire de la méthode mimique (2) ? Nous n'avons pu trouver de réponse, car d'une part rien ne nous a montré que la première méthode se heurte à de trop graves difficultés et, d'autre part, rien ne montre non plus que la méthode mimique dégoûte les élèves de l'application d'une méthode plus complexe, à laquelle il faut toujours arriver, quel que soit d'ailleurs le système alphabétique employé.

Il est assez curieux que l'abbé de l'Épée avait dit que l'on pourrait « familiariser les mains de l'élève avec des caractères alphabétiques en fer poli ; et puis lui faire toucher l'objet d'une main et lui en faire distinguer le nom (le signe écrit) de l'autre ». Cette intéressante citation se trouve dans une étude du chanoine Duilhé de Saint-Projet sur l'éducation de Marthe Obrecht à Larnay, par la Sœur Sainte-Médule, étude insérée dans la première

(1) A propos d'Hélène Keller, nous emprunterons au JOURNAL DES DÉBATS du 28 mai 1910 une intéressante citation extraite d'un article du Dr W. Stern qu'a publié la REVUE ALLEMANDE DE PSYCHOLOGIE APPLIQUÉE : « Je m'assis au piano. Helen Keller appuya son corps à l'instrument et étendit sur la caisse la paume d'une de ses mains. Je jouai une simple mélodie à quatre temps, dont j'accentuai le rythme fortement. De sa main libre, miss Keller commença à marquer la mesure et, le morceau fini, elle écrivit : « Marche de soldats ». Quand je jouai la valse du *Danube bleu*, toute sa personne se berça mollement et une douce volupté se peignit sur sa figure ; elle écrivit : « Country dance ». J'exécutai ensuite la marche funèbre de Chopin ; son visage prit alors une expression de calme ; son corps une attitude de repos ; elle écrivit : « Lullaby (Berceuse) », et cette définition n'est pas si inexacte, car cette marche funèbre est moins tragique qu'élégiaque. Enfin je terminai l'expérience en frappant, à trois octaves d'intervalle, une note aiguë et une note grave. Non seulement miss Keller s'aperçut que j'avais frappé des notes isolées, mais elle dit que l'une était haute, l'autre grave et, de même, elle reconnut un trille. »

(2) On trouvera vers la fin du volume un résumé de la méthode de Larnay, rédigé par M. Arnould en collaboration avec la Sœur Sainte-Marguerite.

édition de son *Apologie scientifique de la foi chrétienne* et reproduite par M. Arnould. Mais, chose curieuse, cet auteur, ébloui par le succès obtenu par la méthode mimique, condamne l'autre sans appel : « L'habile initiateur, dit-il, se trompait, il franchissait un intermédiaire indispensable. Le signe ou langage mimique, plus naturel que conventionnel, doit précéder le signe ou langage alphabétique, purement conventionnel. » L'apologiste de Toulouse n'aurait pas tenu ce langage s'il avait connu l'existence de Laura Bridgman, dont l'éducation prouvait avec éclat que l'abbé de l'Épée ne s'était pas illusionné. Peut-être aucune des deux méthodes ne l'emporte-t-elle sur l'autre d'une façon absolue ; mais on est bien porté à croire que, pour des sujets peu intelligents, la méthode mimique pourrait donner des résultats alors même que la méthode alphabétique échouerait absolument.

G. Lechalas.

XII

Impôts directs et indirects sur le Revenu, par Jules Ingenbleek *(Institut Solvay. Études sociales)*. Un vol. in-8° de VIII-520 pages. — Bruxelles, Misch et Thron, 1908.

Cette remarquable étude fournit tous les documents nécessaires à une réforme de la Contribution personnelle en Belgique. Elle relève les mérites du système, en signale les vices et propose les modifications désirables, le tout avec une précision, une clarté, une méthode, dont on ne peut trop féliciter l'auteur. La documentation abondante est due, en grande partie, aux recherches personnelles de M. Ingenbleek, qui a dressé, pour environ 1500 contribuables appartenant à vingt communes du pays, des statistiques détaillées relevant le loyer réel, la valeur locative fiscale, la cotisation payée d'après chacune des bases de la Contribution personnelle, et les rapports entre ces différentes données. L'auteur divise ses chapitres en paragraphes dont chacun porte, en guise de titre, l'énoncé du fait qu'il va établir ou de l'assertion qu'il va démontrer ; l'ouvrage déroule ainsi une série de théorèmes historiques ou fiscaux, dont la preuve se développe avec un grand souci de rigueur dans le raisonnement et d'exactitude dans les faits.

La loi de 1822, qui, sous le régime hollandais, établit la Contribution personnelle, fut combattue par les députés belges et mal accueillie par nos provinces. Elle ne méritait pas cette opposition ; si elle n'était pas sans défaut, quelques retouches auraient suffi à la rendre irréprochable. Mais la défiance et les critiques qu'elle rencontra empêchèrent une exécution loyale et complète. De là, dès les premières heures, des abus qui faussèrent le système. La Contribution personnelle finit par devenir, ce que les contribuables belges lui avaient, à tort, reproché d'être au début, un système d'impôts incohérent et arbitraire. Chose étrange, à mesure que le mal empirait, les protestations s'apaisèrent. Plusieurs ministres des finances — et des plus illustres : Frère-Orban, Malou, M. de Smet de Naeyer — rêvèrent d'attacher leur nom à une réforme fiscale ; mais ils ne trouvèrent d'appui ni chez leurs amis, ni chez leurs adversaires politiques ; et aujourd'hui « il n'existe, dans la nation, aucun mouvement tendant à la réforme de cet impôt ». Les causes de cette résignation, ou mieux de cette inconscience ? M. Ingenbleek les examine dans un chapitre très intéressant où il esquisse la psychologie du contribuable, du ministre des finances, de l'administration et des chambres législatives. Nous y renvoyons les lecteurs.

Les contribuables ne se doutent pas du gâchis dont ils sont en partie les auteurs et les victimes. Apparemment ils n'ignorent pas les... inexactitudes dont ils émaillent leurs feuilles de contributions. Ce qu'ils savent moins, ce sont les inégalités, les injustices auxquelles aboutissent ces déclarations fantaisistes tolérées par un fisc débonnaire et devenues irrémédiables à mesure qu'elles se généralisaient. Une certaine proportion gardée dans les écarts, entre les chiffres déclarés et les situations que ces chiffres sont censés traduire, rendrait les erreurs ou les fraudes sans conséquence. Mais cette proportion n'existe pas. Il est même impossible de fixer une moyenne dominante. A Bruxelles, par exemple, la différence entre les diverses cotisations payées pour la valeur locative va de 100 à 1569 pour mille francs de loyer réel. Pour le mobilier, les cotisations flottent entre 0,5 et 23 francs pour des mobiliers de même valeur. Et ainsi du reste. Il en résulte cette conséquence surprenante que notre contribution personnelle, ainsi appliquée, constitue un impôt progressif à rebours, dont le taux est d'autant plus élevé que les quantités imposables sont moindres. C'est ainsi qu'à Bruxelles, les loyers de 336 à 800 fr. paient 59,6 ‰, et les loyers de 4001 à 5000 fr. paient 25,9 ‰. Il en va de même dans les

quinze communes étudiées. La loi d'ailleurs est générale, et elle se dégage avec évidence de plusieurs situations analysées dans cet ouvrage : tout système d'impôt, quel qu'il soit, dont l'application n'est pas rigoureuse finit par dégrever les gros revenus au détriment des moindres. Chez nous, les effets du laisser-aller dans l'application du système ont été aggravés par les lois électorales du 26 juillet 1879 et du 12 avril 1894, qui, pour éviter la création frauduleuse d'électeurs censitaires, établirent des types étalons d'après lesquels les déclarations exagérées devraient être amendées et édictèrent le principe de la fixité des cotisations une fois admises.

La seconde partie de l'ouvrage étudie, d'après la même méthode et avec la même précision, l'origine, le mécanisme et l'application des deux plus fameux types d'impôts sur le revenu, l'*Einkommensteuer* prussien et l'*Income-Tax* anglais. Le premier a de grands mérites au point de vue de l'équité et du rendement de l'impôt ; mais il doit son succès à l'application rigide de procédés administratifs, dont le tempérament belge ne s'accommodera jamais et qui lèsent au surplus de légitimes intérêts. L'auteur démontre à l'évidence qu'une application débonnaire, conciliante, de l'*Einkommensteuer* amènerait les mêmes abus et les mêmes iniquités que notre système actuel, avec la tyrannie en plus. Quant à l'*Income-Tax*, il apparaît comme une combinaison d'impôts à bases diverses — d'où le nom d'impôt sur *les revenus* que lui donne M. Ingenbleek — prêtant à d'énormes fraudes, n'offrant de garanties qu'à la masse des citoyens qui ne le paient pas et à l'État qui en bénéficie largement pour parer aux nécessités de la politique extérieure. La souplesse, l'élasticité, la fécondité tant vantées de l'*Income-Tax* doivent leur mérite, non au système, mais au patriotisme anglais, qui, en temps de péril national, a permis au gouvernement d'élever le taux de cet impôt de 2 à 16 deniers à la livre.

De l'ensemble se dégage cette conclusion que notre Contribution personnelle est, dans son principe, un impôt rationnel et équitable, susceptible d'un bon rendement ; quelques retouches sont à souhaiter et l'auteur les signale dans sa troisième partie. Mais, dans l'application, de graves abus sont à redresser ; l'arbitraire est partout. Une réforme, facile en soi mais que les conditions de la vie politique et parlementaire rendront malaisée, donnerait à notre pratique fiscale une équité qu'elle n'a jamais connue et accroîtrait, au besoin, la productivité de nos impôts directs. Ce dernier avantage frappera surtout ceux qui pensent

que la part excessive faite aux impôts indirects compromet la stabilité de nos budgets.

Ce volume en appelle un autre, dans lequel M. Ingenbleek étudierait l'impôt foncier et l'impôt sur les valeurs mobilières, en Belgique et à l'étranger. Notre législation attend un complément en ces matières. La création d'un impôt direct sur les valeurs mobilières ne serait-elle pas, pour nos législateurs, l'occasion inespérée d'aborder la réforme de la Contribution personnelle et de réaliser les vœux de M. Ingenbleek ?

V. F.

XIII

L'ORGANISATION SYNDICALE DES CHEFS D'INDUSTRIE. Étude sur les syndicats industriels en Belgique, par G. DE LEENER (*Institut Solvay. Études sociales*). Deux vol. in-8°. — Bruxelles, Misch et Thron, 1909.

M. G. De Leener avait publié précédemment, sur les syndicats industriels en Belgique, une étude dont la seconde édition a paru en 1904. Il reprend et amplifie le même sujet dans deux pesants volumes, qui comptent l'un XX-395 et l'autre XXI-580 pages.

Le premier expose les faits. Sans viser à dresser un relevé complet des syndicats industriels belges — tâche énorme et sans intérêt — M. De Leener a cependant étendu ses recherches à presque tous les genres d'industries et de métiers : industries charbonnière, métallurgiques, des carrières, textiles, verrières, céramiques, chimiques, du travail des métaux, alimentaires, du bâtiment, de l'habillement, du bois, diamantaire, du livre. Il nous donne le résultat de cette laborieuse enquête. Les industriels, les sociologues, les législateurs y trouveront des informations précieuses.

Le second volume présente la théorie. On se demande s'il valait la peine d'écrire six cents pages sur cette matière. La théorie des syndicats industriels pourrait se déduire de quelques notions sur les conjonctures économiques modernes et de quelques traits d'observation psychologique. Tout industriel syndiqué l'établirait sans grand effort. Mais M. De Leener n'est pas industriel ; il est professeur d'Université, et il succombe à une faiblesse fréquente chez ceux de sa profession. Pour faire

œuvre savante, il complique les choses simples. Il sait beaucoup de choses, et il tient à les dire. Il s'étend, il approfondit, il disserte sur le sujet et au delà du sujet. Un chapitre aurait suffi à dire ce qui devait être dit ; il parvient à gonfler le chapitre en un docte et copieux volume.

Déjà dans le premier volume l'aperçu sur les corporations était d'un opportunité contestable. Chacun sait en effet que les syndicats industriels d'aujourd'hui ne sont pas issus des corporations, et M. De Leener ne nous apprend rien de neuf sur la question. Voici que, à propos de la théorie des syndicats industriels, il passe en revue presque toutes les notions de l'économie politique. Il nous trace d'abord un tableau de l'évolution industrielle au XIXe siècle, où il répète les généralités connues sur ce sujet. L'originalité, si c'en est une, est dans la terminologie : « Deux espèces de concentration industrielle ont été réalisées. Nous les appellerons *la concentration verticale* et *la concentration horizontale* (p. 29). » Puis il passe aux métiers. A propos des crises économiques, il reprend la théorie de la valeur et du prix dont il donne cette définition élégante : « Le prix d'un objet est une valeur estimée en monnaie, telle que, parmi toutes les valeurs possibles, la quantité transactionnée satisfait entièrement à ce prix, chez les acheteurs, au désir d'acheter, et chez les vendeurs, au désir de vendre (p. 78). » Il recherche ensuite les lois de la formation des prix, parle de relations intermentales, de modes de contagion mentale : imitation, suggestion, contagion,..., de l'effet de l'incertitude sur les influences de psychologie sociale, du rôle du jugement social,..., de l'effet complémentaire de la contagion mentale,..., de la formation des prix dans les trois états de compétition, etc., etc.

Dans ce fatras, l'auteur pense mettre l'ordre et la clarté en multipliant les titres et les manchettes. C'est là accumuler des matériaux, c'est peut-être les cataloguer, ce n'est pas construire. Le lecteur est accablé sous l'abondance des choses, fatigué par une terminologie bizarre. Un esprit superficiel sera peut-être ébloui ; celui qui cherche des idées claires et des lois simples, en une matière où il est en droit de les espérer, reste déçu.

Nous souhaitons à ce second volume une nouvelle édition revue, élaguée et considérablement diminuée.

V. F.

XIV

La Défense sociale et les transformations du Droit pénal, par A. Prins (*Institut Solvay. Actualités sociales*). Un vol. de 170 pages. — Bruxelles, Misch et Thron, 1910.

« Quand on passe en revue les théories formulées sur le droit de punir, depuis le XVIIIe siècle, on peut en réalité les ramener à deux grandes catégories : 1° Celles qui estiment que le coupable doit éprouver une souffrance, parce qu'il a fait le mal et qu'il a violé son devoir : « Pœna est malum passionis propter malum actionis. » Et au fond de ces théories, si l'on remonte à leur source, on trouve l'idée d'expiation. 2° Celles qui estiment que le rôle social de la peine, c'est d'empêcher la répétition du mal dans l'avenir, soit en empêchant le coupable de recommencer, soit en empêchant les autres de l'imiter ; et au fond de ces théories, si on les poursuit dans leurs résultats, on trouve l'idée de la défense sociale (1). »

Or, notre Droit pénal s'inspire presque exclusivement des premières théories. La préoccupation du juge, en matière criminelle, est de discerner la culpabilité, de préciser le degré de responsabilité du prévenu, pour mesurer à cette norme le degré du châtiment à infliger. Les irresponsables échappent à toute répression, à moins qu'ils ne soient atteints de folie caractérisée. Mais un irresponsable peut être dangereux à lui-même et aux autres ; il le sera parfois d'autant plus que sa responsabilité sera moindre. La Société doit l'empêcher de nuire. Pour lui permettre de réaliser cette tâche, des modifications et des compléments sont requis à tous les degrés de notre système pénal : nature et graduation des peines ; maisons de correction, de surveillance, de protection, répondant à l'état physique, mental, moral des intéressés ; moyens de préservation qui soustraient les anormaux, enfants ou adultes, à un milieu funeste et préviennent les manifestations violentes de leurs tares originelles ; enfin, pour vivifier le tout, adaptation du Droit pénal et de la Procédure criminelle à des principes nouveaux. « Le Droit pénal n'a pas plus un caractère absolu que le Droit civil ou le Droit commercial ou rural. Il n'a pas comme but essentiel le triomphe de la loi morale. Et c'est heureux pour lui, car il ne possède

(1) Pp. 59-60.

pas les moyens de réaliser une pareille tâche ; s'il la tentait, il ne montrerait que son impuissance et ne provoquerait que des déceptions. Le Droit pénal a un but relatif. Il fait régner dans les rapports entre les hommes un ordre relatif. Il garantit, dans la mesure du possible, la personne, la vie, le patrimoine, l'honneur des citoyens. On aboutit plus difficilement à un pareil résultat en proportionnant le taux de la peine au degré de responsabilité du coupable, qu'en adaptant les mesures à prendre à la nature du danger que présente l'auteur de l'atteinte à l'ordre public (1). »

Il ne déplaira pas à M. Prins de rencontrer, pour la réforme qu'il propose, des collaborateurs dont il n'escomptait pas l'appui. Dans sa *Moralphilosophie* (2), second volume, le P. V. Cathrein, S. J., invoque précisément et à l'exclusion de tout autre titre la nécessité de la défense sociale pour établir la juridiction criminelle du pouvoir politique : « Die Notwendigkeitstheorie scheint uns die einzig richtige und allseitig befriedigende. Die Staatsgewalt hat alle jene, aber auch nur jene Rechte, die ihr zum Zweck des öffentlichen Wohles notwendig sein. » Il se réfère même à ce sujet au *Contra Gentes* de saint Thomas, 3, 146, et au *De Legibus* de Suarez, lib. 2, c. 14, n° 4.

Ces témoignages montreraient que si la théorie de la Défense sociale est une nouveauté pour les criminalistes, elle se présente aux philosophes comme le rajeunissement et la mise à jour — d'ailleurs intéressante et très opportune — d'une idée ancienne.

V. F.

(1) Pp. 39-40.
(2) Vierte Auflage (Freiburg im Breisgau, Herder, 1904), t. II, p. 648.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

SYLVICULTURE

A propos des inondations de la Seine. — Quand, en janvier et février derniers, les crues de la Seine, de la Marne et de leurs affluents eurent converti Paris en une véritable cité lacustre, ce ne fut qu'un cri, dans la presse de toutes couleurs, de toutes opinions, de toutes nuances, pour réclamer le reboisement. On ferait un fort volume de la réunion de tous les articles de journaux traitant, à cette occasion, de l'influence des forêts sur la régularisation du régime des eaux, de la nécessité de reboiser partout les monts et les collines du versant desquels s'écoulent trop rapidement, faute d'éléments de retenue, les eaux météoriques.

Il y a du vrai, beaucoup de vrai, dans cette réclamation. Mais les vérités ainsi rappelées n'étaient pas toujours exactement appliquées. Par exemple, le reboisement des Alpes, des Pyrénées et du Massif Central qui exercerait une influence des plus heureuses, bien que malheureusement partielle, sur les bassins du Rhône, de la Garonne, de la Dordogne et de la Loire, n'en aurait aucune sur le bassin de la Marne et de la Seine.

Or, il se trouve précisément que la Seine, la Marne et leurs affluents, avant de se réunir en un seul fleuve en amont de Paris, ont coulé partout entre des collines ou des coteaux boisés ou gazonnés : on évalue de 25 à 35 °/₀, la proportion des bois, prairies et gazons, sur l'ensemble de la superficie de ce vaste bassin (1).

(1) E. Cardot, inspecteur des eaux et forêts dans le BULLETIN de la Société des Amis des Arbres, 1er Trimestre 1910.

Est-ce à dire que l'influence de ces boisements est nulle ? A Dieu ne plaise que j'énonce une pareille énormité ! C'est, au contraire, grâce à l'état boisé et gazonné de ces reliefs du sol que l'inondation n'est pas plus fréquente dans le bassin de la Seine (1), et surtout n'est pas brusque, brutale, emportant tout sur son passage, comme il arrive trop souvent au pied des versants pyréniens ou alpins. On en verra plus loin la raison.

Mais il y a une vérité d'un autre ordre dont il faut savoir tenir compte. C'est que, si une riche végétation arborescente, ou même herbacée à défaut de l'autre, est un élément très important de retenue et d'aménagement des eaux météoriques, et par suite de préservatif ou au moins de forte atténuation des inondations, cet élément cependant n'a pas une valeur absolue et peut se trouver subordonné à des causes plus puissantes. Les conditions météorologiques spéciales d'une région comme la composition géologique du sol et sa conformation topographique ont ou peuvent avoir une influence prépondérante sur l'action des eaux.

Au cas particulier, nous avons un vaste bassin fluvial, ou mieux un ensemble de bassins qui, partant du nord-est (Argonne), de l'est (Barois) et du sud-est (Plateau de Langres, Bourgogne, Morvan), convergent tous vers Paris. Une partie notable des terrains qui reçoivent les eaux du ciel reposent, ici sur le granite comme en Morvan, ailleurs sur les lias bourgignon, les marnes de la Champagne humide, les formations tertiaires du Gâtinais et de la Brie, qui tous, plus ou moins imperméables, se prêtent mal à l'absorption des eaux par les sous-sols.

Un fait important est à noter : c'est que les pluies qui ont causé ou plutôt déterminé l'inondation sont tombées en hiver, alors que les arbres et végétaux ligneux de toute nature ayant perdu leurs feuilles n'exercent plus la puissante évaporation qu'ils produisent en été. D'autre part, les pluies d'hiver avaient été précédées d'une longue saison pluvieuse d'automne qui avait saturé partout le sol d'humidité, sous bois comme en pleins champs ; ce sol, d'avance gorgé d'eau, ne pouvait plus retenir celles que lui versaient les ondées hibernales ; et ces eaux, venues des bords et de l'intérieur d'un immense éventail, allaient s'engouffrer dans le centre de l'éventail, c'est-à-dire à Paris.

En voilà plus qu'il ne faut pour expliquer les crues progressives de la Marne, de la Seine et de leurs affluents au milieu du dernier hiver. Mais si, au lieu d'être revêtues d'une végétation

(1) On n'en compte guère plus d'une ou deux par siècle.

abondante mi-partie ligneuse et herbue occupant toutes les hauteurs sur le tiers superficiel de la région, ces hauteurs se fussent trouvées, comme un trop grand nombre des versants alpins ou pyrénéens, dénudées, à peine couvertes d'un rare gazon dévoré jusqu'à la racine par de nombreux troupeaux de moutons, que fût-il arrivé ?

Selon toute vraisemblance, on peut même dire en toute certitude, dès l'automne, les pluies abondantes qui tombèrent alors auraient ruisselé de toutes parts vers les thalwegs, auraient presqu'instantanément rempli le lit des rivières, auraient rapidement amené celles-ci au régime torrentiel. La crue, alors, au lieu de s'élever progressivement et avec un calme relatif, entourant plus ou moins haut les piliers des ponts et autres constructions, mais ne les renversant pas, se fût précipitée brusquement et avec violence contre tout ce qui lui aurait fait obstacle ; elle eût brisé les ponts, renversé sur son passage édifices et monuments, et Paris eût subi, sur sa vaste étendue, un sort analogue à celui qu'éprouvèrent, en juillet et décembre 1906, le village de Fournaux près Modane en Savoie, et le village d'Auzous dans la vallée d'Argelès, qui, en quelques rapides instants, virent leurs maisons renversées et leurs habitants en partie écrasés par l'arrivée soudaine d'énormes quantités d'eau (1).

Voilà ce qui se fût produit dès l'automne de 1909. Et comme les pluies n'ont pas été moindres en janvier et février 1910, qu'elles ne l'avaient été quelques mois plus tôt, une seconde inondation, non moins furieuse que la première, aurait achevé de transformer Paris en un immense monceau de décombres.

Tout cela est aisé à comprendre.

Les pluies du dernier automne, tombant sur des bois feuillés ou sur des terrains revêtus d'herbages ou d'épais gazon, se sont arrêtées sur le sol spongieux, couvert d'humus, de mousses, de débris végétaux des forêts, ou sur des terrains bien enherbés ; elles ont été en partie retenues par les feuilles et les herbes et évaporées, en partie emmagasinées dans la partie superficielle du sol : la moindre partie seulement arrivait jusqu'aux cours d'eau, et le centre ou point d'arrivée du bassin, c'est-à-dire Paris, n'avait rien à redouter.

(1) Cf. Revue des Questions scientifiques de juillet 1907 : Sylviculture, *Résultat d'un déboisement*. — Le Correspondant du 10 août 1907 : *Déboisement et Reboisement*.

L'hiver venu, les nouvelles pluies, comme on l'a vu, trouvant le sol saturé d'eau et les arbres dépourvus de leurs feuilles, ne furent plus qu'incomplètement retenues, elles gagnèrent donc les cours d'eau, mais graduellement, sans ces heurts violents, ces à-coups qui, dans les régions déboisées, produisent les grandes catastrophes (1).

Le prélèvement de l'impôt sur le produit des forêts. — Une importante et très animée discussion est soutenue, en France, entre le fisc, d'une part, représenté par l'Administration des contributions directes et, d'autre part, les forestiers, les propriétaires de bois et tous ceux qui, à un titre ou à un autre, s'intéressent à la cause de la conservation des forêts, le tout à l'occasion du prélèvement de l'impôt (2).

Le raisonnement de l'Administration est substantiellement, sinon dans les termes, celui-ci :

Les champs, les prés, les vignes donnent annuellement leur produit qui est le produit du sol. Les bois ne donnant leur produit que périodiquement à la suite d'un nombre déterminé d'années, 25 ou 35 ans pour un taillis, 100 ou 120 ans pour une forêt traitée en futaie, par exemple. En divisant par 25 le produit total de la coupe à 25 ans, ou par 120 le produit de la coupe à 120 ans, on aura la moyenne annuelle du revenu réalisé au bout de 25 ou de 120 ans, laquelle représentera le produit du sol, le seul que vise l'impôt.

Or, c'est là une erreur capitale dont la conséquence est d'élever l'impôt dont sont grevées, en France, les forêts privées, à un taux exorbitant qui atteint et parfois même dépasse le revenu

(1) Cf. REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES de juillet 1907 : SYLVICULTURE, *Résultat d'un déboisement*. — LE CORRESPONDANT du 10 août 1907 : *Déboisement et Reboisement*.

Voir le BULLETIN de la Société forestière de Franche-Comté et Belfort, mars 1910 : Maurice Bouvet, président de la Société ; L. Bonnevay, député. — Voir aussi le BULLETIN de la Société des Amis des Arbres, janvier-février-mars 1910 : E. Cardot, inspecteur des E. et F.

Depuis que ces lignes ont été écrites, l'inondation a sévi de nouveau sur d'autres points de la France : il en sera parlé ultérieurement.

(2) Société des Agriculteurs de France, section de Sylviculture : COMPTES RENDUS des réunions générales de février 1910, 1er fascicule, pp. 107 et suiv.; BULLETIN des sections : 1er janvier 1910, pp. 28 et suiv. ; 1er février, 1910, pp. 175 à 196 ; 15 mars 1910, pp. 340 à 348.

BULLETIN de l'Office forestier du Centre et de l'Ouest, février 1910 ; BULLETIN TRIMESTRIEL de la Société forestière de Franche-Comté et Belfort, décembre 1909 et mars 1910.

réel. Cette erreur provient de ce que la haute Administration des contributions directes, siégeant à Paris, n'est point familiarisée avec les notions élémentaires de l'art forestier.

L'accroissement des arbres suit une progression géométrique et n'est point égale d'une année à l'autre, ce que suppose à tort l'Administration des contributions et ce qui la fait se fonder sur une progression arithmétique inexistante. Le matériel d'un bois âgé de 20 ans, par exemple, et à bien plus forte raison d'un bois de 100 ou 120 ans, n'est pas produit seulement par le sol, mais aussi par les souches, les semis sortis de terre, par les arbres réservés, enfin par le peuplement lui-même qui s'accroît, chaque année, d'une *feuille*, c'est-à-dire d'une couche de bois, exactement comme un capital argent placé à intérêts composés s'accroît chaque année de son revenu.

Pour fixer les idées par un exemple très simple, supposons un taillis de bonne venue s'exploitant à 20 ans et dont la coupe annuelle rendrait, bon an mal an, 500 fr. net, tous frais de garde, d'entretien, etc. payés. Si nous admettons le taux de 3 %, nous avons, par la table 1 de l'ANNUAIRE DU BUREAU DES LONGITUDES de 1909 (1), le chiffre de l'annuité génératrice due au sol ensouché, ensemencé ou planté, soit 18 fr. 06 donnant en 20 ans 361 fr. 20. La différence entre ce chiffre et celui des 500 fr. obtenus qui est de 138 fr. 80, représente l'accroissement dû, non au sol, mais au matériel sur pied, c'est-à-dire au peuplement lui-même.

Donc, en faisant porter l'impôt sur le rendement total divisé par le nombre d'années qu'il a mis à se produire, c'est-à-dire sur une moyenne qui n'existe pas, soit 25 fr., dans l'exemple indiqué, le fisc commet une véritable exaction, ayant droit non pas à $\frac{500}{20}$, mais seulement à $\frac{361 \text{ fr. } 20}{20} = 18 \text{ fr. } 06$.

Veut-on un exemple plus caractéristique ? — Supposons un massif de futaie pleine âgé de 100 ans et valant 10 000 francs, tous frais payés, après exploitation. En lui appliquant la formule des intérêts composés $(1 + r)^n$, ou, plus simplement, en prenant sur la table précitée, au taux de 2 %, le chiffre de l'annuité, soit 72 fr. 45, nous avons en cent ans, la somme de 7245 francs. Comme plus haut, la différence entre ce chiffre et celui de la

(1) L'ANNUAIRE des années paires ne donne pas les tables d'intérêt et d'amortissement.

valeur de la coupe, soit 2755 francs, représente l'accroissement dû non au sol, mais au matériel sur pied.

La prétention du fisc est de faire porter l'impôt sur la somme de 10 000 francs, alors qu'il ne doit être, en toute justice, prélevé que sur 7245 francs.

Ces exemples sont théoriques et ne révèlent pas directement les résultats fantastiques auxquels, à l'aide de ce système, on arrive quelquefois. On peut citer telle forêt exploitée à 20 ans et rapportant annuellement 2160 fr. de revenu net, imposée de 1419 fr., plus de moitié du revenu ; telle autre, d'un revenu net de 1659 fr., obligée de donner là-dessus 1330 fr. à l'impôt ; mieux encore, une forêt d'une étendue de 1468 hectares, rapportant annuellement 8500 francs nets, taxée par le fisc à 9121 fr. 50 ! (1).

L'Administration des eaux et forêts, mieux renseignée que celle des contributions avec le mécanisme de l'économie forestière, se conforme, pour l'impôt à payer par les forêts dont elle a la garde, à la règle de l'annuité et non à celle d'une moyenne qui n'existe pas (2).

Il importerait au plus haut degré de revenir sur un mode d'évaluation aussi faux et partant inique. On aura beau publier des écrits, faire des conférences, grouper des sociétés en vue de la conservation et de l'extension des forêts, tant que cette nature de propriété sera surchargée par l'impôt notablement au delà de ce que supportent les autres genres de propriétés, les propriétaires de bois seront peu disposés à les conserver, et les

(1) Ces exemples résultent d'enquêtes faites par les soins du Touring-Club de France, et dont M. Defert rend compte dans la REVUE MENSUELLE publiée par cette Société, année 1908.

(2) On peut utilement signaler à ce sujet, un excellent travail de M. Arnould, inspecteur des eaux et forêts, intitulé : *L'évaluation du revenu imposable des forêts*, brochure in-8° de 60 pages, où la question est envisagée sous toutes ses faces et qui constitue un traité complet sur la matière, 1908, Paris, Laveur.

Le même auteur a publié récemment, en collaboration avec M. Roulleau, conservateur des eaux et forêts en retraite, un *Guide pratique pour les propriétaires de bois*, en vue de la « Revision de l'impôt forestier actuellement en cours », qui pareillement, en un in-8° de 60 pages, 1910, Paris, Laveur, donne, avec tous les détails explicatifs nécessaires ou utiles, la marche à suivre pour réclamer et s'efforcer de se faire rendre justice. Tâche d'ailleurs difficile ; car, comme le font remarquer les auteurs, malgré l'avis unanime des sociétés forestières, des groupements forestiers parlementaires ou autres, des personnes qualifiées qui se sont occupées de la question, le fisc jusqu'ici (en l'espèce l'Administration des contributions directes) ne veut rien entendre et ne démord pas de sa base de moyenne inexistante.

possesseurs de terrains incultes, encore moins disposés à en planter de nouveaux.

Reconstitution forestière aux États-Unis. — Ce n'est pas seulement en Europe que la préoccupation du déboisement hante les esprits. L'Amérique du Nord elle-même, sous la haute influence naguère du Président Roosevelt (1), commence à en être pénétrée. Le *Forest Service*, aux États-Unis, dirigé aujourd'hui par M. Gifford-Pinchet, s'ingénie en efforts méthodiques pour arrêter la dévastation, coutumière jusqu'à ces derniers temps, des massifs boisés, et pour reconstituer ceux qui ont été inconsidérément détruits.

Comme autrefois la Gaule et la Germanie, aux temps des premières invasions, étaient couvertes d'immenses forêts à peine entrecoupées de distance en distance par des vallées herbues ou cultivées, ainsi le continent nord-américain formait, avant la colonisation par les Européens, une sorte de forêt continentale, sans limites précises et presque sans bornes, que parcouraient des tribus d'Indiens nomades. Cet état de forêt sauvage était surtout accentué dans toute la partie occidentale de l'Union, dans les hauts plateaux du Colorado, de l'Arizona, de l'Utah, de la Nevada, et sur les chaînes côtières du Pacifique, Monts des Cascades, Montagnes Rocheuses, etc. C'est dans ces vastes massifs montagneux que les forêts, peuplées principalement de conifères (pins, sapins, etc., notamment *Abies grandis*, Lindley), se sont le mieux défendues. En pays plat, quand les colons prenaient possession du sol, ils commençaient, partout où ils voulaient s'établir, par mettre le feu à la forêt : c'était une méthode expéditive de défrichement en vue de se procurer des terres propres à la culture. Telle était l'immense étendue de la surface boisée, que ce régime dévastateur pût être suivi longtemps sans qu'on parût s'apercevoir de son danger : la réserve, ou plutôt la masse, semblait inépuisable comme l'eau des océans.

Peu à peu l'on finit par comprendre aux États-Unis que tout a une fin et que l'énorme consommation de bois (2), s'ajoutant

(1) Cf. le BULLETIN de la Société forestière de Belgique, janvier 1909 : Chronique.

(2) D'après M. Daniel Bellet, la consommation nationale du bois croissait, entre 1880 et 1900, de 94 %, tandis que la population augmentait seulement de 52 %. La consommation de bois par tête d'habitant, était annuellement de 11^{m3}, alors qu'elle ne serait que de 2^{m3}, en Europe. La production actuelle, exportations comprises, de bois divers par l'Union américaine représenterait par an une valeur de plus de 5 milliards 500 millions.

aux défrichements, pourrait bien, à la longue, avoir raison de tout le sol forestier. — C'est dans les États du nord-est et du nord, principalement autour des grands lacs, Pensylvanie, Michigan, Wisconsin et Minnesota, que commencèrent des exploitations forestières méthodiques, en vue d'une production commerciale. Le chêne, les érables, le bouleau, le carya, juglandée très voisine du noyer avec sa variété le carya blanc ou hickory, plus connus sous le nom de noyers d'Amérique, abondent dans ces forêts (1) ; il en est de même du *pin jaune,* comprenant sans doute sous cette appellation les diverses variétés de pin avec lesquelles on fabrique le bois de menuiserie et d'ébénisterie, fort à la mode depuis une trentaine d'années sous le nom de *pitchpin.* Dans les régions humides ou marécageuses, se rencontrent certaines espèces de cyprès, probablement le cyprès chauve *(Cupressus disticha,* Linné ; *Taxodium distichum,* Richard), le cyprès thuyoïde (*C. Thuyoïdes*, Linné ; *Chamœcyparis spheroidea*, Spach.), le cyprès de Lawson (Murray), ou chamœcyparis de Boursier (Decaisne), qui tous préfèrent ces sortes de terrains.

Aujourd'hui, grâce à l'activité du *Forest Service,* des chemins d'exploitation — un peu sommaires encore — sont tracés dans les forêts ; des nettoiements portant sur les végétations parasites des sous-bois et sur les débris desséchés, sont pratiqués avec soin pour prévenir les incendies, dans les forêts du domaine fédéral ou des États particuliers d'abord, donnant l'exemple aux propriétaires de forêts privées, qui sont de beaucoup les plus nombreuses (2). Il y a mieux encore ; on procède à des semis et plantations, on crée des forêts nouvelles ; en un mot, phénomène qui semble paradoxal en Amérique, on pratique le reboisement (3).

Les incendies de forêts aux États-Unis. — La question de l'incendie dans les forêts est malheureusement toujours actuelle. Nous avons relaté, dans notre bulletin de juillet 1907, les nombreux ravages que ce fléau avait exercés en France, en 1906. Les années qui ont suivi ont peut-être été un peu moins

(1) Voir ci-dessous, note sur l'acclimatation dans nos climats du noyer noir d'Amérique.

(2) Sur les 280 000 000 d'hectares que couvrent les forêts de l'Union américaine, 224 000 000 appartiennent à des particuliers. Les 56 millions restants se répartissent entre l'État fédéral et les États.

(3) Cosmos, 7 septembre 1909, Daniel Bellet.

éprouvées sous ce rapport, au moins en France proprement dite. Mais l'Algérie a été rudement atteinte en 1908 ; le service forestier y a constaté, en la dite année, 325 incendies dans les bois domaniaux, communaux et privés, ayant dévoré 6000 hectares et causé une perte évaluée à 155 000 francs. Encore cette perte est-elle relativement minime ; en 1902, les pertes provenant de la même cause auraient atteint plusieurs millions de francs.

C'est dans l'Amérique du Nord, où d'immenses espaces sont encore couverts d'épaisses forêts, et souvent en des pays peu peuplés, que les incendies forestiers exercent le plus de ravages. De 1878 à 1908, cette dernière année non comprise, les incendies déclarés dans les bois de l'Union américaine n'ont pas causé la mort de moins de 2000 personnes, ont détruit de nombreuses habitations, réduit presque à rien la petite ville de Chisholm, dans le Minnesota, non loin de la frontière du Dominion canadien.

Le service forestier des États-Unis estimait, en 1880, que l'incendie détruisait annuellement, dans l'ensemble de la Confédération, une valeur de 25 à 50 millions de dollars, représentant, vu le peu de valeur du bois à cette époque, 4 à 5 millions d'hectares de forêts brûlées. On cite, entre autres, un incendie, encore dans l'État de Minnesota, ayant, en 1894, dévasté une surface boisée de 75 kilomètres carrés et où 418 habitants ont trouvé la mort. Tout à fait au nord-ouest de l'Union, États d'Orégon et de Washington, un autre vaste incendie dévora, en 1902, une valeur de 12 millions de dollars dans des forêts à divers propriétaires.

Cependant l'incurie qu'on avait à constater jadis en cette matière, a fait place, depuis quelques années, à une vigilance due au service forestier de la grande république. Des équipes ou patrouilles sont constituées qui signalent les incendies à leur début, traînant avec elles un fil télégraphique au moyen duquel elles réclament du renfort, quand besoin est, pour combattre l'incendie, soit, à l'origine, à l'aide de branchages formant balais pour étouffer sur le sol le feu naissant, soit en opérant des abattis d'arbres dans la direction opposée à celle du feu pour qu'il s'éteigne faute d'aliment.

Malgré cette organisation très efficace des patrouilles de surveillance des incendies, l'année 1908 a encore été marquée par de regrettables sinistres dans la région des Monts Adirondack, État de New-York. Les cours d'eau y ont subi le contrecoup de ce déboisement par l'incendie ; les propriétés privées y ont subi

une perte évaluée à 400 millions ; les forêts de l'Union, une perte de six millions (1).

Dilapidations parallèles aux restaurations. — Si, d'une part, on se préoccupe plus ou moins partout, dans les divers États de l'Europe comme en Amérique, de protéger les forêts, de les conserver, de boiser et reboiser, cela n'empêche pas malheureusement la contrepartie de se faire sentir et de sévir un peu partout.

Le Petit Forestier de l'Est, cité par le Bulletin de la Société forestière de Franche-Comté et Belfort (2), se plaint qu'en Russie, dans le district d'Illukst (Courlande) notamment, il se fasse de véritables hécatombes de bois. Plus de cent mille arbres auraient été abattus dans deux communes seulement, Swenten et Dventen, dans le seul hiver de 1909, alors qu'un volume équivalent de gros arbres antérieurement coupés encombrait encore les abords des scieries. Si bien que tout le pays serait déboisé et que les populations rurales auraient adressé des pétitions aux autorités pour, dit le Petit Forestier de l'Est, « mettre fin au vandalisme des barons allemands ».

Même en Belgique, où de si généreux et énergiques efforts sont faits pour conserver les forêts existantes et en créer de nouvelles, la dilapidation des bois, sur bien des points, n'est pas suffisamment enrayée. Dans un banquet, où la Société centrale forestière de Belgique célébrait, le 30 mars 1909, l'accession de son millième membre, l'éminent ministre de l'intérieur et de l'agriculture, M. Schollaert, se plaignait que trop souvent, l'on put voir, dans les forêts et les plantations, « des arbres mutilés, écorcés, dépouillés de leur feuillage et de tout ce qui fait leur protection naturelle ». D'où suivait leur dépérissement, bientôt suivi de leur destruction. Il y eut, dans l'assemblée, unanimité pour déplorer d'autre part les coupes blanches pratiquées par la spéculation dans les forêts privées (3).

En Amérique aussi, la dévastation va de pair avec l'esprit de conservation et de restauration. Dans le cours de l'été de 1909, un naturaliste, M. Mayer, ayant fait une croisière sur la côte atlantique des États-Unis, de la baie de Cheseapake au sud du

(1) Cosmos, 11 octobre 1909.
(2) Juin 1909.
(3) Bulletin de la Société forestière centrale de Belgique, avril 1909.

Maryland, jusqu'au nord de la Floride, soit du 37e au 30e degré de latitude environ, y a fait les constatations suivantes.

Tout le long de cette côte à climats méridionaux et qui correspondrait à une zone allant du détroit de Gibraltar au sud du Maroc, M. Mayer a observé un état de dévastation général aussi bien au point de vue animal qu'au point de vue végétal. Les forêts y disparaissent tant par l'effort de la cognée que par l'exploitation abusive et sans règle de la résine exsudée par les essences conifères. Pareillement disparaissent de plus en plus : oiseaux aquatiques et gibier de toute sorte : daims, ours, dindons, et aussi (espèce moins intéressante) alligators.

En sorte que, si des règlements protecteurs ne viennent pas mettre bientôt un frein à ce vandalisme destructeur, cette région, destinée par la nature à faire les délices des forestiers, des naturalistes et des disciples de saint Hubert, ne sera plus qu'un désert (1).

Le pâturage du bétail dans les bois résineux. — Parmi les nombreuses communications que reçoit souvent la Section de Sylviculture de la Société des Agriculteurs de France, il en est une, assez extraordinaire pour ne pas dire paradoxale, qui lui fut faite, le 30 avril 1909, par un haut fonctionnaire de l'Administration des eaux et forêts.

M. le Conservateur Briot émet cette assertion étrange que jamais le pâturage n'a été sérieusement nuisible aux forêts résineuses. D'où cette conclusion logique, assurément favorable aux populations pastorales des montagnes, que l'on peut sans inconvénient laisser paître le bétail à travers les semis naturels et les jeunes repeuplements des forêts de pin, de sapin et autres résineux.

L'auteur d'une pareille affirmation n'a-t-il donc jamais eu occasion de contempler des épiceas et des sapins réduits à l'état de broussaille peu élevée au-dessus de terre, pour avoir été incessamment broutés par les moutons et les chèvres ? Peut-être pourrait-on établir une distinction entre le pâturage du gros bétail (espèces bovines, chevalines, etc.), et celui du petit bétail (moutons et chèvres, principalement les moutons, vu leur très grand nombre). Il se peut que les bœufs, vaches, ânes, etc., avec leur large museau, causent, dans les jeunes peuplements, un dommage moindre que les moutons. Encore faudrait-il exa-

(1) Cosmos du 6 février 1909.

miner si, pour être moindre, ce dommage n'en reste pas moins grand. Mais comme, dans les montagnes des Alpes et des Pyrénées, le pâturage du gros bétail n'est encore que l'exception, que les moutons, notamment les transhumants, les envahissent chaque été en troupeaux innombrables, nous serions extraordinairement surpris que l'œuvre du reboisement de ces hautes montagnes pût se concilier avec le libre parcours des moutons à travers les semis et les jeunes plantations d'arbres résineux.

Il ne faut pas abuser du paradoxe.

Le forestier qui préconise aujourd'hui le pâturage des moutons, voire des chèvres en certains cas, à travers les jeunes coupes dans les forêts résineuses, avait naguère mené une petite campagne en faveur de la coupe *blanche* dans ces mêmes forêts (1). Ce qui avait donné lieu à des discussions ardentes, tant entre gens du métier qu'entre amateurs des bois. La solution semble avoir consisté à retirer à la thèse des partisans de la coupe blanche, le caractère général qu'ils prétendaient leur donner, et à reconnaître que, possible et utile dans quelques cas particuliers, ce mode d'opération ne saurait être généralisé (2).

Que dans des sapinières ou des pineraies non jardinées, mais aménagées suivant l'ancienne méthode allemande, le gros bétail puisse être introduit sans danger sous de hauts perchis ou sous des massifs encore éloignés de l'âge des coupes principales et ne recouvrant par suite aucun repeuplement d'avenir, la chose, à première vue, ne paraît pas impossible.

Mais poser en principe qu'on peut impunément laisser paître le bétail dans les jeunes peuplements résineux non encore défensables, nous paraît n'être, tout comme la théorie généralisée de la coupe blanche, ni plus ni moins qu'un paradoxe.

Les arbres et la pâte à papier. — La consommation du papier prend de telles proportions que l'on n'est pas sans inquiétude pour l'avenir des forêts elles-mêmes, puisque c'est avec

(1) La coupe à blanc, à blanc étoc, ou *coupe blanche* est précisément celle que le grand public, par une antiphrase métaphorique, appelle « coupe sombre ». La coupe blanche, en effet, est celle qui abat la totalité des arbres existant sur une surface donnée ; tandis que la coupe sombre, forestièrement parlant, est celle qui ne fait tomber qu'un minimum d'arbres, conservant le massif à l'état sombre (de là le nom de *coupe sombre*), pour protéger le semis naturel naissant ou à naître contre les ardeurs du soleil.

(2) Cf. dans le BULLETIN de la Société forestière de Franche-Comté et Belfort, notre article intitulé : *Faut-il interdire la coupe blanche en montagne ?*

la cellulose contenue dans le bois que se fabrique le papier. La France, en 1907, a importé, en outre de sa production indigène, 286 000 tonnes de pâte de bois. Les États-Unis ont une production annuelle de 500 000 tonnes employées sur place. La production de l'Allemagne est de 250 000 tonnes. Les papeteries se multiplient partout. A côté des États-Unis, le Canada est un grand producteur de papier. Le Japon ne reste pas en arrière. La Suède et la Norvège fabriquent, à elles deux, la majeure part de la pâte de bois consommée en Europe ; elles produisent annuellement 324 000 tonnes, dont elles emploient 100 000 dans leurs 151 papeteries (63 en Norvège et 88 en Suède).

Les peupliers, tremble compris, fournissent la pâte affectée aux papiers de qualité supérieure. Pour les papiers ordinaires on recherche le sapin, l'épicea et autres résineux.

Un seul *défibreur* (machine à réduire, après préparation spéciale, le bois en pâte) peut consommer en 24 heures 10 à 30 stères correspondant à cinq ou six grands peupliers de 20 à 25 mètres de longueur. En sorte qu'une usine qui fabrique chaque jour vingt mille kilogrammes de pâte, consomme 70 stères pouvant représenter 14 ou 15 arbres des dimensions qu'on vient de dire.

Il est fort à souhaiter que l'on trouve le moyen de fabriquer de grandes quantités de pâte à papier avec des végétaux autres que les arbres de nos forêts, de nos prés-bois et de nos pelouses. S'il a été question ci-dessus seulement des peupliers et des résineux, on n'en consomme pas moins d'autres bois, quand ceux-là sont insuffisants (1). On a vu dans le Bulletin de sylviculture de l'an dernier (juillet 1909), quelle effroyable consommation de bois pour pâte à papier se fait en Amérique. Et voilà que l'on commence à fabriquer avec de la tourbe un papier de très bonne qualité, sauf une teinte brune qu'on n'est pas encore parvenu à lui enlever. Il y a mieux : on parle d'utiliser la cellulose des sarments de vigne. C'est un ingénieur agricole de Montpellier, M. Chaptal, qui propose cet emploi. Le sarment, à l'état sec, ne contiendrait pas moins de 46 % de cellulose, alors que le peuplier en donne 36, le bouleau 34, les résineux 31 à 35 (2).

Les forêts, préservatifs de la grêle. — M. Violle expose à l'Académie des Sciences que les torrents d'ions qui se dégagent d'une ligne d'énergie électrique à haute tension s'élèvent en

(1) Cosmos du 18 septembre 1909, J. Boyer.
(2) Cosmos du 31 juillet 1909, Santolyne.

entraînant des charges électriques énormes ; qu'ainsi la ligne agit exactement comme les appareils grêlifuges, autrement dit comme des paratonnerres ; et que, pour les mêmes raisons, une vaste forêt est un véritable rempart contre les orages (1) !

M. Georges Dary, dans une étude étendue sur la grêle, fait remarquer, après Becquerel, que les plaines limitrophes des forêts sont généralement épargnées par ce fléau. Il en tire un argument en faveur de la conservation et même de la création de massifs boisés. Il voudrait aussi qu'on étudiât la nature géologique des terrains habituellement grêlés relativement à leur conductibilité électrique (2). Mais ce point de vue n'intéresse plus la sylviculture.

Examen industriel microscopique des bois. — Naguère encore les marchands de bois de service et d'industrie et leurs clients se contentaient, pour apprécier le mérite et la valeur de la marchandise, d'en examiner l'aspect extérieur, parfois le poids ; et cela leur suffisait pour en établir la destination et la valeur. D'autant plus qu'on employait très généralement les bois sur place ou dans un rayon plus ou moins restreint. Tout au plus, et quand il s'agissait de destinations de luxe, recourait-on à la loupe pour se rendre compte de l'état du tissu ligneux et de sa qualité.

L'examen microscopique sur échantillons par sections transversales, longitudinales et tangentielles, était réservé aux laboratoires d'école ou de stations d'agronomie forestière. Aujourd'hui les marchands de bois et les industriels qui l'emploient sont obligés d'y recourir : la consommation augmentant parallèlement à la diminution de la production, on a dû recourir à des bois de toute espèce et de toute provenance pour faire face aux exigences croissantes et variées de la clientèle. S'agit-il de bois de charpente, il faut un bois à fibres fines, de parois épaisses, gage de solidité et de résistance. Pour les formes courbes réclamées par la tonnellerie, la boissellerie, parfois aussi par l'ébénisterie, il faut des bois à fibres longues, relativement légers, pouvant se plier aisément aux courbures voulues. Tantôt l'élasticité est recherchée, tantôt la dureté, ou bien la force de résistance verticale ou horizontale, ou bien encore la résistance

(1) Comptes rendus de l'Acad. des Sciences, séance du 21 décembre 1908.
(2) Cosmos du 18 décembre 1909.

aux agents extérieurs comme l'humidité, la sécheresse, l'attaque des insectes.

On comprend que pour faire face à des nécessités aussi variées, un examen minutieux, microscopique de la structure intime, anatomique des bois soit devenu une nécessité pour les industries dont le bois est la matière essentielle (1).

Maladies des châtaigniers d'Europe. Le châtaignier du Japon. — Ce n'est pas d'aujourd'hui que l'on se plaint, et à juste titre, de la disparition croissante du châtaignier. Déjà, en octobre 1908, nous signalions, dans le CORRESPONDANT, la destruction croissante des peuplements ou plantations de châtaigniers, exploités à outrance moins encore pour le bois lui-même que pour son dérivé qui, sous le nom d'ailleurs impropre, d'acide gallique, est très recherché pour la teinture. Nous citions notamment la Corse, l'une des contrées favorites du châtaignier, où la fabrication de ce produit, qui était en 1896 de 2319 tonnes seulement, arrivait huit ans plus tard à 14 454 tonnes, et à 20 000 tonnes en 1906. Malheureusement les propriétaires imprévoyants n'ont pas la précaution, si simple cependant, de planter un ou deux jeunes brins de châtaignier en remplacement de chacun des vieux arbres qu'ils font tomber, ce qui assurerait l'avenir.

Là n'est pas du reste la seule cause de la disparition graduelle de cette essence. Un fléau pire encore concourt à la destruction : c'est une maladie particulière, appelée la *maladie de l'encre* ou *du pied noir*, qui aurait déjà décimé les châtaigneraies non seulement en Espagne, en Portugal et en Italie, mais encore en France dans toute la chaîne des Pyrénées, dans le Massif Central et les départements circonvoisins, en Bretagne, dans les Alpes savoisiennes. L'étendue des châtaigneraies ravagées en France ne serait pas inférieure à 10 000 hectares.

Par l'effet de cette maladie, les feuilles jaunissent à commencer par le sommet des pousses terminales. Ensuite les piquants de la gangue protectrice du fruit, de rigides deviennent mous, et le fruit mûrit mal. L'année suivante, il ne se forme même pas ; les feuilles jaunissent et dépérissent de plus en plus, finissant même par sécher tout à fait, ce qui naturellement entraîne la mort de l'arbre, généralement dans un délai de 3 à 5 ans. Les vaisseaux du tissu ligneux sont obstrués par des formations

(1) Cf. le COSMOS du 10 avril 1910.

celluleuses, des *thylles* renfermant une substance brunâtre. Un liquide tannique de couleur noire et de saveur sucrée, réceptacle d'innombrables microbes pathogènes, suinte le long de la tige ; c'est *l'encre*. Peu à peu, de la cime à la racine de l'arbre mort l'écorce se détache et tombe ; et le châtaignier dépouillé, sans feuilles ni écorces ressemble à ces sortes de perchoirs formés d'arbres écorcés que l'on emploie en Savoie pour faire grimper la vigne.

Les savants ne sont pas d'accord sur la cause du fléau, ou du moins sur sa cause directe. Mais il paraît établi que la maladie se développe beaucoup plus et exerce davantage ses ravages dans les sols où règne un excès d'humidité, que dans un terrain normal et riche en humus.

Quant à la cause directe, pour M. le Dr Delacroix, elle viendrait des *mycorhises,* filaments de champignons vivant en symbiose sur les radicelles des châtaigniers, mais qui finiraient par agir en parasites quand, par suite de l'enlèvement des feuilles mortes et autres débris végétaux tapissant le sol, celui-ci ne contiendrait plus d'humus en quantité suffisante.

Le mal, pour M. Mangin, ne viendrait pas des mycorhises, mais au contraire d'un champignon qui tue les mycorhises, le *mycetophagus castanea.* L'action de ce dernier ne se ferait sentir que lorsque l'arbre aurait déjà subi une première phase de dépérissement, à la suite de l'enlèvement de la *couverture* du sol, c'est-à-dire de la couche de feuilles mortes qui le recouvre et le protège. On voit que le système de M. Mangin se rapproche par un point important de celui de M. Delacroix.

Enfin, M. Prunet, qui ne croit pas non plus à l'action des mycorhises, pencherait pour l'intervention de quelqu'agent infectieux qu'il ne désigne pas. Le mal s'attaquerait d'abord aux radicelles d'où il gagnerait les grosses racines, puis la tige, puis l'arbre en entier. Ce savant a d'ailleurs présenté à l'Académie des Sciences un mémoire d'où il résulte que, ayant étudié la maladie du châtaignier dans plusieurs régions où au châtaignier indigène se trouvait mêlée une variété exotique, le châtaignier du Japon, ce dernier était resté indemne, alors que tout autour de lui dépérissaient et mouraient les châtaigniers indigènes. M. Prunet ajoute que la variété japonaise du châtaignier serait d'une acclimatation facile dans nos climats (1).

(1) Comptes rendus de l'Acad. des Sciences, séance du 15 décembre 1909. — Cosmos du 13 novembre 1909, Santolyne. — Gazette (mensuelle) des Champs, nos de février et mars 1910, Albert Rondinet, ingénieur agronome.

Ressources forestières de l'Afrique occidentale. — Des ressources forestières importantes existeraient dans cette partie de l'Afrique occidentale appelée *Côte des dents* ou *Côte d'Ivoire*, située un peu au-dessus du 4e parallèle boréal, et dans les contrées voisines, à l'ouest du méridien de Paris.

M. Auguste Chevalier, chargé d'une mission scientifique dans ces parages, a fait connaître à l'Académie des Sciences les ressources de diverses natures qu'y recèlent les forêts. Outre diverses essences productrices de caoutchouc, il signale plusieurs plantes oléagineuses telles que l'*Elaeis guineensis*, un palmier, le *Dumoria Heckeli*, une sapotée géante, deux *Carapa* de la famille des méliacées, deux *Pentaderma* et un *Allamblackia*, de la famille des guttifères, une légumineuse, le *Pentaclethra*, une lophiracée le *Lophira procera*, et plusieurs autres encore.

Des bois d'origine botanique très différente, mais présentant des propriétés analogues, connus sous les noms d'acajou, palissandre, gaïac, teck, okoumé, etc., sont fournis par des arbres fréquents dans la région.

On y trouve aussi, en grande abondance, le *Colatier*, cet arbre de la famille des malvacées, dont le fruit, la *noix de Cola* ou *kola*, de la grosseur d'une châtaigne est signalé comme un tonique, un fortifiant : les colatiers croissent spontanément en forêt, mais sont aussi cultivés comme une sorte d'arbres fruitiers autour des demeures et des villages des indigènes ; leur culture est surtout soignée à la lisière septentrionale de la forêt, dans cette partie de la contrée, appelée le Haut Cavally. Dans le petit État de Libéria, dans la Sierra Leone et la Guinée française, aussi bien qu'en Côte d'Ivoire, une variété du Colatier très répandue dans les plantations, paraît être un hybride propagé par la culture.

Dans les clairières des forêts, croît une légumineuse *Albizzia fastigiata* (E. Meyer), qui exsude une gomme tout à fait analogue à la gomme arabique des acacias vrais du nord du Soudan. Deux espèces du genre *canarium*, famille des burséracées, produisent cette sorte de gomme-résine appelée *élémi* ; les indigènes l'emploient sur place, sans qu'elle soit devenue jusqu'ici article d'exportation. Il en va différemment du *Copaifera Guibourtiana* (Benth.) qui fournit la gomme copal, recherchée en Europe.

Le savant botaniste cite encore divers palmiers, notamment les *Raphia longiflora* et *Hockeri*, et une urticée, *Antaris toxicana*, var. *africana* (Scott. Elliot) dont l'écorce possède des

fibres entrecroisées qui, après rouissage par les indigènes, leur fournit des tissus tout prêts (1).

Déjà, en 1908, M. Edmond Perrier, directeur du Muséum d'histoire naturelle à Paris, avait ouvert une annexe disposée en un vaste *hall* construit dans l'ancienne cour dite *de la Baleine*, et qui comprenait déjà plus de 200 espèces différentes de bois provenant de la Côte d'Ivoire avec 20 000 échantillons d'herbier rapportés par M. Chevalier.

Formation naturelle de sol, préparatoire au boisement. — Dans la partie ouest du continent africain, entre les 5e et 9e degrés de latitude boréale, dans une large bande de terrain qui couvre la Guinée, une intéressante constatation a été faite par le même botaniste : au-dessus de la région boisée et de la brousse du Soudan, le rocher est revêtu d'une couverture assez épaisse formée par le développement d'une cypéracée prolifique dont les graines trouvent moyen de germer dans les moindres interstices de la roche, de s'y développer, d'y étendre leurs ramilles, et finissent, en se décomposant, par former une sorte de tourbe sur laquelle d'autres graines germent et se développent. Il se forme ainsi une sorte de couche superficielle de matière organique, élément futur de boisement et afforestation des rochers nus des sommets (2).

L'arbre à caoutchouc du Tonkin. — Dans la séance de l'Académie des Sciences du 26 juillet 1909, MM. Eberhardt et Dubard sont revenus sur leur communication du 14 octobre 1907, où ils avaient signalé l'importance d'un arbre producteur de caoutchouc, le *Bleekrodea Tonkiniensis* (3). Ils ont fait remarquer que la diffusion considérable de cette espèce caoutchoutifère arborescente de la famille des moracées, sur tout le territoire de l'Indo-Chine, représente pour ce pays une valeur économique d'un ordre élevé. La teneur en caoutchouc du latex de cette essence — le *Teo-Nong*, de son nom local — s'élève aisément à 70 % (dans la communication d'octobre 1907, on n'évaluait encore cette teneur qu'à 40 %, ce qui était déjà fort joli) ; et le produit n'en paraît pas inférieur au renommé Para brésilien.

(1) Comptes rendus de l'Académie des Sciences, lundi 16 février et lundi 7 mars 1910 : Aug. Chevalier, *Résultats de la mission scientifique en Afrique occidentale*.

(2) Comptes rendus, séance du 12 juillet 1909.

(3) Cf. la Revue des Questions scientifiques de juillet 1909, p. 340.

Le Teo-Nong ne se déplaît point dans les terrains à teneur fortement calcaire et où les eaux s'écoulent sans séjourner. De là résultent : 1° dans les tissus une richesse abondante en sels de chaux, sous forme soit d'oxalate soit de carbonate ; 2° des dispositifs particuliers destinés soit à constituer des réserves aqueuses, soit à diminuer la déperdition de vapeur d'eau. Cela ne veut pas dire que le Teo-Nong ne se plaît point ailleurs que sur les sols calcaires ; il est au contraire d'une belle venue sur les terrains schisteux, riches en humus. Mais il s'accommode aux terrains calcaires secs au moyen de nodosités croissant sur les racines et y prenant un grand développement, alors que dans le terrain frais et schisteux elles sont à peine visibles (1).

Nous avons fait observer, l'an dernier, que la présence de trois variétés de Bleekrodea simultanément au Tonkin, à Madagascar et à Bornéo, favorise l'opinion de ceux qui croient à l'existence, jadis, d'un continent aujourd'hui disparu et qui aurait englobé ces trois contrées. Le rapprochement méritait d'être rappelé.

Deux arbres des terrains tourbeux et fangeux. — Le Bulletin de la Société centrale forestière de Belgique (2) cite, d'après Silvical leaflet, deux abiétinées, *Larix laricina* ou *Tamarack*, et *Picea mariana*, qui seraient précieuses pour boiser les terrains tourbeux ou marécageux, sphaignes ou phagnes, si fréquents sur les hauts plateaux des Ardennes belges.

Il n'est pas question de ces deux essences dans le magistral *Traité général des conifères* de Carrière. Il est vrai que, malgré sa haute valeur, il commence à vieillir, étant de 1867. Toujours est-il que ces deux arbres, très résistants aux plus grandes froidures et s'accommodant d'ailleurs de climats plus doux, sont répandus, dans la partie septentrionale du continent nord-américain, sur une aire très vaste allant de l'Atlantique au Pacifique d'une part, et d'autre part des côtes du l'Océan Arctique aux États de l'Union américaine qui entourent la région des grands lacs.

Au Labrador, le Tamarack et la Sapinette noire, probablement voisine du *Picea mariana*, sont très abondants ; ils ne se rencontrent pas moins dans des climats plus tempérés, comme ceux de Pensylvanie, d'Indiana et d'Illinois.

Bien que hantant les marais à sphaignes, le mélèze tamarack

(1) Cf. Francis Marre, dans le Cosmos du 5 février 1901.
(2) Janvier 1910.

n'aime pas à avoir ses racines submergées et se contente d'ailleurs de toute espèce de terrain pourvu qu'il soit frais. En de bonnes conditions l'arbre peut dépasser une vingtaine de mètres de hauteur. Le *Picea mariana* atteindrait 26 à 28 mètres et $0^{m},65$ de diamètre.

Le Tamarack, comme son congénère *Larix europea*, est essentiellement un arbre de lumière ne supportant aucun couvert ; c'est aussi une essence peu sociale n'aimant pas le mélange avec d'autres, à moins qu'il ne parvienne, à dominer exclusivement celles-ci. Le bois, à gros grain, dur, résistant, est employé en traverses, poteaux, etc.

Le *Picea mariana* est utilisé en charpente et pour la pâte à papier. Plus sociable que le Tamarack, il fait bon ménage avec *Chamœcyparis thuyoïdes*, *Abies balsamea* et sapinettes variées. A l'encontre des mélèzes, il aime l'ombre. Son enracinement est traçant et superficiel.

Ces deux arbres pourraient rendre des services dans les terrains fangeux de l'Europe occidentale, lesquels, comme l'a démontré M. Crahay, dans le BULLETIN d'avril 1910 de la Société forestière de Belgique, sont très susceptibles, moyennant quelques difficultés à surmonter, d'être boisés.

Le noyer noir d'Amérique, « Juglans Nigra » Lin. — C'est une opinion assez généralement admise parmi les forestiers que le noyer répandu dans nos campagnes, *Juglans regia*, Lin., ne croît bien qu'isolément et ne saurait par suite prospérer en massif forestier. Cette opinion n'est cependant pas unanime. Sans doute notre noyer est avant tout un arbre de lumière, comme le chêne, comme le pin sylvestre ; mais, moyennant un traitement approprié, l'on ne voit pas pourquoi il refuserait de ce comporter en massif comme les deux essences qui viennent d'être citées.

Telle est sans doute l'avis d'un forestier distingué, M. Rebmann, inspecteur des forêts à Strasbourg, qui, depuis vingt-cinq ans, étudie expérimentalement la question, à ce que nous apprend M. Schæffer, inspecteur des eaux et forêts à Chambéry (1), et lui a fait une place respectable dans ses plantations.

Mais il existe une autre espèce de noyer, qui nous vient d'Amérique, le noyer noir, *Juglans nigra*, Lin., dont quelques auteurs

(1) BULLETIN TRIMESTRIEL de la Société forestière de Franche-Comté et Belfort, décembre 1909.

ont fait un genre voisin, le genre *Caria*, et qui, inférieur quant à la qualité de son fruit à notre noyer royal, lui serait supérieur par la qualité de son bois si élevée soit celle-là. D'après la mercuriale du port de Hambourg, citée par M. Schæffer, le prix du mètre cube de noyer noir varierait de 150 à 550 marks, ce qui veut dire, en monnaie française, de 187 fr. 50 à 687 fr. 50. L'extrême écart de ces prix, qui va du simple au triple, me laisse quelque peu sceptique. Plus de créance peut aisément être accordée aux évaluations de M. Rebmann, admettant, pour une futaie de 80 ans en noyer commun, un rendement en matière de $7^{m3},5$ et en argent de 707 fr., et pour une futaie de 75 ans de noyer noir, un rendement de $8^{m3},1$ du prix de 1100 francs. Cela ramène le mètre cube de noyer d'Europe à 94 fr. 26, soit 94 à 95 fr., et le mètre cube de noyer d'Amérique à 135 fr. 80, soit 135 à 136, prix beaucoup plus vraisemblables que celui, vraiment fantastique, de 687 fr. 50.

Le noyer noir très répandu dans les parcs, squares et promenades de Strasbourg, grâce à la sollicitude d'un maire, M. Schutzenberger, qui, de 1857 à 1868 que dura sa magistrature municipale, en fit planter partout, au point que ses administrés l'avaient surnommé « le maire aux arbustes » (Baümele Maire). Mais, depuis lors, c'est-à-dire en 62 ou 73 ans, ils ont eu le temps de devenir de grands et beaux arbres. On peut voir cinq élégants spécimens de noyers noirs dans le parc du Verney, à Chambéry. Cet arbre se distingue aisément du noyer d'Europe par ses feuilles composées de quinze folioles lancéolées et dentelées, au lieu de sept à neuf dont se compose la feuille de notre noyer. La noix est plus exactement sphérique, mais de qualité inférieure.

La difficulté à surmonter pour la propagation du noyer d'Amérique est la grande susceptibilité du jeune plant sortant de terre à la gelée. Plus tard, quand après peu d'années, il commence à prendre force, il importe de le dégager, car alors il réclame le grand jour et la lumière.

Arbres croissant sur des toitures. — Quand une végétation herbacée ou mycologique s'implante sur de vieux murs, même sur la toiture en partie effritée d'une antique demeure, on n'a pas lieu d'en être étonné, il n'y a là rien que chacun n'ait pu observer maintes fois. Mais que sur une vieille toiture prennent naissance, croissent et se maintiennent de véritables arbres, c'est chose infiniment plus rare et dont on peut à bon droit s'étonner.

Le fait existe cependant, et l'on peut en citer plus d'un exemple.

Dans le cimetière de la petite ville d'Istres (Bouches-du-Rhône) à quelque distance de l'étang de Berre, existe une très ancienne église ou chapelle, non sans mérite au point de vue archéologique, dont la toiture, en partie envahie par une couverture de lierre parsemée de quelques houx, porte, sur trois points différents, trois cyprès assez bienvenants, et dont l'un ne mesure pas moins de 6 mètres de hauteur.

Non loin de là, également sur le toit d'une chapelle de cimetière, ou du moins sur l'un de ses contreforts, à Molliges, pousse un jeune cyprès âgé de sept à huit ans.

Dans la même région provençale, au sommet d'une tour de 27 mètres, tour historique bâtie en 1365 et appartenant à M. le Mis de Barbantane, dans la petite ville du même nom, croît un jeune pin d'Alep, essence exclusivement méridionale. Il est vrai que ce jeune conifère n'atteint encore que la taille de deux mètres. Mais il est en bonne voie, et rien n'indique qu'il ne doive pas atteindre des dimensions plus considérables (1).

C. de Kirwan.

NÉCROLOGIE

Adolphe-Charles Delvigne

Adolphe Delvigne, Chanoine honoraire de Malines, vient de mourir dans sa quatre-vingtième année, couronnant par une sainte mort une féconde carrière dont les débuts furent consacrés à l'enseignement et la grande part au ministère pastoral. Le regretté défunt fut successivement professeur d'histoire et d'archéologie au petit Séminaire de Malines, desservant de Notre-Dame du Sablon, à Bruxelles et, pendant plus de trente ans, curé de Saint-Josse-ten-Noode.

(1) Cf. le Cosmos du 12 mars 1910, P. Santolyne.

A l'estime en laquelle le tenaient ses élèves, succéda une égale vénération de la part de ses paroissiens. Son large et solide savoir, son ardeur au travail, son zèle et son dévouement apostoliques, les œuvres de bienfaisance qu'il a fondées, sa bonté affectueuse et accueillante qui ne se démentait jamais et se prodiguait aux humbles, lui valurent de vivre entouré d'unanimes et cordiales sympathies. Compatissant à toute misère, secourable à toute indigence, il fut désintéressé à ce point qu'il est mort pauvre des biens de ce monde, mais riche devant Dieu des mérites d'une charité qui ne savait ni compter ni prévoir.

L'étude et la composition d'ouvrages et d'articles d'histoire, d'archéologie et d'art chrétien (1) le délassaient des travaux et des soucis de ses fonctions pastorales ; le noble emploi qu'il sut faire de ses rares loisirs et d'une curiosité passionnée, lui avait acquis une érudition maîtresse des moindres détails, que sa mémoire fidèle retrouvait sans effort et dont il se plaisait à émailler sa conversation.

Le Chanoine Delvigne était membre de la Société scientifique depuis l'origine ; il présida ses travaux pendant l'année sociale 1903-1904. Aussi longtemps que sa santé le lui permit, il prit part aux réunions de la troisième section et fut maintes fois, dans nos assemblées générales, le rapporteur-délégué de la *Société bibliographique de Paris.*

Depuis l'origine aussi de notre Société et jusqu'en ces derniers temps, alors que les infirmités le condamnèrent au repos, il n'a cessé de faire partie du Conseil général. En acceptant sa démission, ses collègues, désireux de lui témoigner leur estime et la reconnaissance de la Société, avaient voulu qu'il conservât le titre de ses fonctions : ils le nommèrent conseiller honoraire.

Le Chanoine Delvigne laisse au milieu de nous le plus affectueux souvenir. Dès l'abord, sa personne inspirait un sentiment de sympathie et de vénération ; tous ceux qui l'ont intimement connu l'ont aimé. Le deuil qui atteint la Société scientifique et, plus spécialement, le Conseil général et la troisième section, atteint aussi chacun de leurs membres. Ils n'oublieront pas dans leurs prières leur dévoué collègue et leur vieil ami.

J. T.

(1) Voir dans la *Bibliographie nationale*, dictionnaire des écrivains belges et catalogue de leurs publications, 1830-1880. Tome I, Bruxelles 1886, p. 457.

LE SOLEIL [1]

De tous les astres qui peuplent l'immensité et qui brillent au firmament, il n'en est pas un seul dont la connaissance approfondie nous importe davantage que celle du Soleil.

Simple étoile au milieu de ses innombrables sœurs, le Soleil est, comme elles, doué d'un mouvement propre dont la vitesse, d'après les évaluations récentes, atteint plus de 19 kilomètres par seconde.

Comme les étoiles, notre Soleil a traversé différentes phases, il a évolué depuis le moment où il brillait d'une lueur diffuse, semblable à ces milliers de nébuleuses que l'œil découvre au foyer de nos puissants télescopes. Les lois de la condensation, qu'étudie la Cosmogonie, l'ont amené peu à peu à l'état où nous le voyons aujourd'hui.

Dans des millions d'années, le temps toujours à l'œuvre lui fera franchir de nouvelles étapes, et l'acheminera lentement vers la mort ; le ciel est rempli de ces astres vieillis dont les pulsations vitales s'affaiblissent graduellement jusqu'au jour où ils rouleront froids et obscurs dans les espaces stellaires.

Si l'étude de notre propre globe nous renseigne sur l'évolution des planètes tournant comme la Terre autour du foyer de lumière et de chaleur qu'est notre Soleil, la connaissance de notre étoile nous fournira

(1) Conférence faite à l'Assemblée générale de la Société scientifique de Bruxelles, le 7 avril 1910.

donc de précieuses indications sur la marche de l'évolution sidérale.

Telle est, en quelques mots, la justification de la place prépondérante qu'ont prise les études solaires depuis une quinzaine d'années.

Mais le Soleil nous intéresse à d'autres titres. Dans le microcosme dont nous faisons partie, dans ce système solaire dont l'astre du jour est le roi pour ainsi dire, les planètes sont non seulement soumises à son attraction, mais elles subissent toutes les vicissitudes de la grosse sphère centrale qui les régit.

Jusqu'à quel point sommes-nous tributaires de ses variations ; comment son état influe-t-il sur les phénomènes terrestres qu'enregistrent nos observatoires ? Tel est le point particulier que je vais essayer d'étudier avec vous aujourd'hui.

Le Soleil se présente à nos yeux sous la forme d'un disque lumineux ayant à peu près la même grandeur que celui de la Lune. En raison de l'orbite elliptique décrite par la Terre qui tantôt nous rapproche, tantôt nous éloigne du Soleil, le diamètre apparent de cet astre éprouve des variations dans le cours de l'année. Ce qu'il importe de savoir, c'est que sa valeur moyenne est de 32 minutes environ. La parallaxe équatoriale, c'est-à-dire l'angle sous lequel on verrait du centre du Soleil le demi-diamètre équatorial de la Terre, à sa distance moyenne, est 8″,80. Ce chiffre est la valeur adoptée par la *Conférence internationale des Étoiles fondamentales*, réunie à Paris en 1896 : il a été confirmé par les récentes mesures effectuées depuis 1900 à l'aide de la petite planète Éros et qui ont conduit au chiffre de 8″,806 ± 0″,004.

Ces nombres ont servi à calculer la distance du Soleil ainsi que sa grosseur.

La valeur moyenne de la distance du Soleil à la

Terre est de 149 495 000 kilomètres. Cette distance dépasse trop nos petites mesures usuelles pour être facilement compréhensible. Disons seulement que la lumière, à la vitesse de 300 000 kilomètres par seconde, met 499 secondes ou 8 minutes 19 secondes pour nous venir du Soleil.

Si les milieux planétaires étaient favorables à la propagation des ondes sonores, il ne faudrait pas moins de 14 années pour que le bruit d'une explosion solaire nous parvînt.

Un obus animé d'une vitesse uniforme de 1000 mètres à la seconde mettrait 4 ans et 291 jours pour atteindre le Soleil. Un train marchant à 100 kilomètres à l'heure ne parviendrait là-bas qu'après un long voyage de 168 années !

Bornons là ces comparaisons, elles nous montrent que la distance du Soleil est énorme; son volume ne l'est pas moins, il est plus de 1 300 000 fois celui de la Terre et son diamètre vaut 109,5 diamètres terrestres.

La Lune est à la distance moyenne de 384 500 kilomètres. Si donc nous placions la Terre au centre du Soleil, non seulement l'orbite de la Lune serait tout entière comprise dans l'intérieur du Soleil, mais il nous faudrait parcourir un chemin presque aussi considérable que la distance de la Terre à notre satellite, soit 312 300 kilomètres, pour atteindre la surface de l'astre brillant.

Terminons ces quelques notions générales sur le Soleil par une indication de sa masse : elle est presque 332 000 fois plus considérable que celle de la Terre.

Cette masse se révèle par la puissance d'attraction du Soleil : à la distance de la Terre elle semble très faible, puisqu'elle ne réussit à faire dévier notre planète de sa course rectilinéaire que de 2,8 millimètres par

seconde. Cependant, évaluée en tonnes, elle est exprimée par le nombre 36 suivi de 17 zéros :

3 600 000 000 000 000 000 tonnes

et, pour lui faire échec, il faudrait entourer la Terre d'un réseau de fils aussi résistants que les fils télégraphiques et séparés de 12,5 millimètres seulement.

Si nous regardons le Soleil à l'aide d'un verre noirci, son disque nous apparaît nettement découpé sur le fond sombre du ciel. Une modeste lunette nous donnerait déjà l'impression d'une grosse boule de feu, mais des instruments plus puissants nous montreraient que cette surface, unie en apparence comme un lac de lave incandescente, vue avec de forts grossissements, offre en réalité un aspect granulé, rappelant, à s'y méprendre, nos beaux ciels pommelés de certains jours d'automne.

Si vous étiez transportés dans la nacelle d'un ballon au-dessus des nuages que les météorologistes appellent des cirrus, vous auriez exactement la sensation qu'éprouvent les astronomes contemplant la surface solaire du bout de leur lunette : de gros flocons d'ouate s'étalant sur un milieu sombre. Mais là s'arrête la comparaison, car si, dans notre atmosphère, nos cirrus sont formés de particules de glace et de vapeur d'eau, sur le Soleil les nuages sont des vapeurs de substances métalliques qu'une chaleur de six ou sept mille degrés a réduites à l'état de gaz.

C'est cette partie du Soleil qui rayonne la lumière et la chaleur; au-dessous d'elle s'étend aussi une masse gazeuse, mais sombre et noire, malgré la température énorme qu'elle possède. Seule, l'enveloppe extérieure est brillante; aussi lui a-t-on donné le nom de *photosphère*, c'est-à-dire sphère de lumière.

Le milieu dans lequel baignent tous ces nuages est surtout formé d'hydrogène; il nous paraît sombre,

quoique, en réalité, il soit deux mille fois plus éclairant que la pleine Lune.

La forme de ces nuages est très variable; d'une façon générale on a pu comparer leur aspect à celui d'un plat de riz dont les grains n'auraient pas moins de 600 à 1000 kilomètres de diamètre : c'était la forme que leur attribuaient Stone et Secchi. Nasmyth les comparait à des feuilles de saule et Langley à des flocons de neige sur un vêtement gris.

Ces « grains de riz » — le nom leur est resté — ou « nodules » se résolvent, sous des grossissements très puissants et avec une définition parfaite, en granules plus petits.

La forme des grains de riz est très irrégulière et très variable, et il serait oiseux de discuter longtemps cette question, car toutes les comparaisons semblent justes suivant les circonstances. Dans les meilleures conditions de définition, c'est-à-dire au début d'une observation, alors que l'air contenu dans le tube de la lunette n'a pas eu le temps de s'échauffer, j'ai constaté à la surface de la photosphère des granulations irrégulières aux formes les plus diverses et disposées parfois suivant des directions bien déterminées.

On peut obtenir de très belles photographies de cette granulation et mesurer les dimensions de ces nuages gigantesques. Hansky, à l'Observatoire de Poulkovo, en Russie, a trouvé des granules dont le diamètre atteint 2000 kilomètres. Tous ces granules se meuvent à la surface du Soleil avec une très grande rapidité puisque quelques-uns se déplacent de 40 kilomètres par seconde.

Quand on examine ces photographies avec attention, on observe en certains endroits que les espaces séparant les granules sont plus vastes et plus noirs; on dirait qu'il manque un ou plusieurs granules : ce sont des *pores*.

Si l'on observe encore le lendemain et les jours

suivants, on est étonné des changements importants qui surviennent. Le pore, presque imperceptible au début, s'agrandit peu à peu, on dirait un trou béant s'ouvrant sur les profondeurs de la masse solaire. La surface sombre devient plus large : c'est une *tache* qui se prépare.

Les taches du Soleil ont été les premiers phénomènes observés à la surface de cet astre : ce fut un objet d'étonnement pour les premiers astronomes. Généralement la surface noire est entourée d'une région plus ou moins régulière de teinte grisâtre et de structure très compliquée, la *pénombre*.

Une tache peut se former dans l'espace de quelques jours, parfois de quelques heures : la partie noire, centrale, est le *noyau* : elle ne nous paraît sombre que par comparaison, en réalité son pouvoir éclairant est 2000 fois supérieur à celui de la pleine Lune. Des bords extérieurs de la pénombre partent des stries convergentes qui, sombres à leur début, c'est-à-dire près de la périphérie, deviennent dans la région centrale aussi brillantes que la surface photosphérique.

La pénombre manque quelquefois dans les taches très petites ou entre deux grandes taches rapprochées ou même entre les deux portions d'une même tache séparées par un pont lumineux.

La forme des taches varie beaucoup; en fait, elles peuvent prendre toutes les configurations possibles, tantôt rondes ou ovales, tantôt si irrégulières qu'on ne peut les comparer à aucune figure géométrique. D'ailleurs elles varient perpétuellement de forme et de dimension.

On rencontre souvent des taches qui sont visibles à l'œil nu : les anciens observateurs, Herschel en particulier, avaient déjà signalé le fait.

L'histoire nous a également conservé le souvenir d'observations de taches, longtemps avant l'invention

des lunettes. Ainsi, à la mort de César, Ovide raconte que le Soleil parut obscurci pendant plusieurs jours :

... Phœbi tristis imago
Lurida sollicitis præbebat lumina terris.

En l'an 807, on croit voir passer Mercure devant le Soleil ; en 840, Vénus a le même honneur : or dans les deux cas ces planètes sont absolument invisibles à l'œil nu. En 1906, on aperçoit des « signes » sur le Soleil. Dans tous les cas les observateurs voyaient des taches. De même Kepler croit observer le passage de Mercure et ne voit réellement qu'une tache.

Les Chinois étaient plus avancés que nous sur ce sujet. L'ouvrage encyclopédique de Ma-Twa-Lin contient un tableau remarquable de 45 observations faites entre 301 et 1205, c'est-à-dire dans un intervalle de 904 ans.

Pour donner une idée de la grandeur relative des taches, les observateurs d'Extrême-Orient les comparent à un œuf, à une datte, à une prune, etc. Les observations se prolongent souvent pendant plusieurs jours consécutifs. On ne peut douter de la réalité et de l'exactitude de ces observations, et cependant elles ont été inutiles aux Européens puisqu'elles n'ont été publiées que dans la seconde moitié du XIXe siècle.

Pour qu'une tache soit visible à l'œil nu, il faut qu'elle ait au moins 50 secondes de diamètre, ce qui correspond à une longueur réelle de 36 000 kilomètres sur le Soleil. Les anciens astronomes ont signalé un assez grand nombre de taches remarquables par leurs grandes dimensions. Moi-même, depuis vingt ans, j'ai observé et dessiné un certain nombre de groupes qui ne le cédaient en rien à leurs devanciers.

Ainsi, en 1898, j'ai signalé un groupe de 160 000 kilomètres ; mais son importance était minime comparée à la tache de février 1905.

Cette grande tache dont on a beaucoup parlé à l'époque parut au bord oriental du Soleil dans les derniers jours de janvier. A mesure que la rotation du globe solaire, qui s'opère en 25 jours environ à l'équateur, amenait la tache en face de la Terre, on pouvait juger davantage des dimensions colossales de la formation. Dès son apparition des mesures micrométriques prises à l'équatorial de mon observatoire me permirent d'affirmer que nous étions en présence de la plus grande tache que les annales de l'Astronomie aient enregistrée. Elle était quatre fois plus grande qu'il ne le fallait pour être visible à l'œil nu. Le 2 février, elle avait une longueur de 180 000 kilomètres, soit, en prenant pour le 2 février un diamètre solaire égal à 32′31″,46, une grandeur angulaire de 252″ ou 4′12″.

En raison de sa grande largeur — 102 000 kilomètres — la surface tachée s'est élevée, le 2 février, au chiffre de 13 milliards de kilomètres carrés. La tache occupait en longueur le huitième du diamètre solaire.

La plus grande tache mesurée a été observée en 1858, sa plus grande dimension était de 230 000 kilomètres, mais la surface ne couvrait que $\frac{1}{36}$ du disque solaire, tandis que celle de février 1905 occupait environ $\frac{1}{29}$ de la même surface.

Cette tache colossale est passée au méridien central du Soleil le 4 février au matin ; ceux qui l'ont observée ce jour-là ont dû remarquer qu'elle se projetait non loin du centre apparent du disque, sa latitude héliographique étant — 14° et le centre ayant ce jour-là une latitude de + 6° environ.

Une formation aussi considérable se voit bien rarement, mais j'ai souvent mesuré des taches beaucoup plus grandes que la Terre.

La durée des taches est aussi variable que leurs dimensions. Nous avons vu quelquefois des taches

disparaître en quelques jours et d'autres persister pendant trois ou quatre rotations solaires, c'est-à-dire 75 jours et plus. On cite l'exemple d'une tache qui revint jusqu'à huit fois et qui persista plus de 200 jours. D'aussi longues durées sont assez rares et on ne saurait être trop sceptique à ce sujet. L'observation nous a démontré que les mêmes régions peuvent rester tachées pendant longtemps et être le centre d'une perturbation très persistante sans qu'on soit autorisé le moins du monde à croire que les mêmes taches subsistent indéfiniment. Nous ne pouvons suivre les taches pendant leur disparition dans l'hémisphère opposé, et bien souvent nous devons prendre pour un même objet une nouvelle formation située dans la même région solaire. A certaines époques cependant où les taches sont moins nombreuses, il y a beaucoup de chances pour que les formations régulières subsistent pendant plusieurs rotations.

Presque tous les jours, nous pouvons enregistrer, par l'observation visuelle ou la photographie, ces *accidents* de l'atmosphère solaire, c'est-à-dire des phénomènes changeants et de faible durée, en général.

A côté des taches sombres apparaissent très souvent des masses contournées, brillantes, appelées *facules*, on les observe surtout à l'avant et à l'arrière des grandes taches, et leur existence semble jusqu'à un certain point liée à celle des taches. Nous disons jusqu'à un certain point, car on en trouve quelques-unes dans des régions dépourvues de taches, mais en général elles sont moins brillantes.

Les taches ne se forment pas à toutes les latitudes. Dès l'origine des observations on reconnut qu'elles affectaient surtout les régions équatoriales, dans une zone d'environ 70° (35° de part et d'autre de l'équateur) appelée par les anciens astronomes *zone royale*. Quelques taches ont dépassé cette limite et La Hire en

a observé une à 70° de latitude nord, mais ce fait, comme le dit Humboldt, « peut être mis au rang des plus grandes raretés ». On en voit aussi très peu à l'équateur solaire; elles affectent de préférence les régions comprises entre 10° et 35° de latitude héliocentrique boréale ou australe avec un maximum vers 17°.

Leur distribution dans le temps est aussi soumise à des lois très curieuses que nous allons énoncer brièvement.

Si l'on prend soin de noter pendant un grand nombre d'années la surface solaire tachée et si l'on construit une courbe à l'aide des chiffres obtenus, on voit immédiatement que le nombre des taches passe par un maximum tous les onze ans avec des minima éloignés d'une même valeur.

Cette courbe est loin d'être régulière et l'on constate des soubresauts bien marqués dans l'activité solaire.

Quant à la courbe moyenne, elle offre une allure très caractéristique.

Du minimum au maximum suivant, il y a quatre années et demie environ, puis la courbe descend lentement pendant six années. L'activité solaire monte donc brusquement pour s'éteindre peu à peu.

Le maximum des taches paraît influer sur leur latitude. On a remarqué depuis longtemps qu'aux années de maximum, les taches s'étendent sur une zone plus large, tandis qu'elles se resserrent vers la région équatoriale aux années de minimum.

L'activité du Soleil ne s'arrête pas à la couche photosphérique et ne se manifeste pas seulement par une recrudescence des taches et des facules.

Au-dessus de la photosphère s'étale une couche rosée formée de vapeurs métalliques à haute température et dans lesquelles domine l'hydrogène. Cette couche est peu épaisse et ne dépasse guère 15 000 kilomètres en

hauteur; on la voit, à l'œil nu, pendant les éclipses totales, mais, depuis une trentaine d'années, les astronomes ont trouvé le moyen de l'étudier chaque jour à l'aide de son spectre.

C'est alors que l'observation régulière de cette enveloppe qui a nom *chromosphère*, c'est-à-dire sphère de couleur, nous a révélé toute une série de phénomènes aussi intéressants que ceux de la photosphère.

A l'état normal cette couche rosée ressemble à un immense champ de blé dont les épis seraient courbés sous la force des vents violents. Des filets écarlates figurent les tiges, mais ce n'est qu'une comparaison, car, en réalité, ces filets lumineux possèdent les dimensions du diamètre terrestre. Tout à coup, de cette région rose, s'élancent des flammes gigantesques, atteignant des hauteurs extraordinaires : ce sont les protubérances solaires. Elles affectent les formes les plus diverses : tantôt les panaches se recourbent comme la fumée s'échappant de nos grandes cheminées d'usine, tantôt, au contraire, ces flammes s'élancent droites, semblables à des jets de vapeur. En quelques minutes certaines protubérances atteignent des milliers de kilomètres de hauteur. On en a vu une qui, en un quart d'heure, était montée de 260 000 à 420 000 kilomètres !

Ces manifestations constituent un admirable spectacle, toujours changeant et toujours nouveau. Heureusement que, là encore, la photographie vient à notre secours pour fixer ces apparences fugitives et sans cesse renouvelées.

Certains astronomes les décrivent comme des éruptions gigantesques, et l'assimilation ne manque ni de grandeur, ni de charme, ni de poésie.

J'inclinerais plutôt à croire que nous sommes en présence d'orages formidables en action sur le Soleil.

Quoi qu'il en soit des théories que nous ne saurions

aborder ici, nous pouvons affirmer que les protubérances sont certainement accompagnées de phénomènes électriques dont nos minuscules orages terrestres, malgré leur violence, ne peuvent nous donner la moindre idée.

On a vu des protubérances dont la hauteur dépassait 450 000 à 500 000 kilomètres — 35 à 40 fois le diamètre terrestre. La pellicule atmosphérique dans laquelle nous vivons ne ferait pas « long feu » au sein d'une telle fournaise, et, en quelques secondes, toute l'eau de la Terre, toutes ses forêts, tous ses habitants, nos villes, nos moissons, nos jardins, tout cela serait absorbé, rôti, brûlé, réduit à l'état de gaz impalpable.

La Terre elle-même, au contact de ce formidable brasier, subirait le même sort sans que la chaleur du Soleil fût sensiblement augmentée par cette infime combustion.

Comme les taches, les protubérances solaires ont des recrudescences et, fait digne d'être noté, la loi de périodicité est la même pour les deux phénomènes. Mais, alors que l'état de la photosphère agit directement sur l'émission calorifique et modifie nos températures, la chromosphère, par l'intermédiaire de ses manifestations électriques, semble une source d'électricité toujours en action pour modifier l'atmosphère terrestre.

Aux époques des grandes protubérances, notre aiguille aimantée, qui se dirige constamment vers le nord, nous renseigne sur les émissions d'ondes électriques émanées du Soleil : c'est notre récepteur, aussi sensible que les tubes à limaille de nos appareils de télégraphie sans fil.

Les déviations anormales de la boussole sont connues depuis longtemps ; mais il a fallu toute la précision de nos instruments enregistreurs pour mettre en évidence,

dans ce domaine particulier de la physique, la part qui revient au Soleil dans ces manifestations mystérieuses.

Les fluctuations du magnétisme solaire se traduisent toujours par les agitations de nos aiguilles aimantées qui, au passage des grandes taches et à l'apparition des fortes protubérances polaires, deviennent véritablement affolées.

En même temps, l'état électrique de notre atmosphère se modifie, des aurores boréales ou australes s'allument soudain et illuminent les pôles terrestres. Des courants intenses sillonnent nos lignes télégraphiques et interrompent parfois les communications. Nos réseaux téléphoniques, plus sensibles, ne nous sont plus d'aucune utilité lors de ces crises solaires. On pourrait multiplier les exemples de ces faits, qui déconcertent les télégraphistes toutes les fois qu'ils se produisent.

Le 1er septembre 1859, Carrington, bien connu par ses travaux sur le Soleil, notait une coïncidence entre le passage d'une tache ou ses transformations et les perturbations magnétiques.

Ce jour-là le globe entier fut atteint, les dépêches télégraphiques furent partout suspendues. A Washington et à Philadelphie, des employés reçurent même de violentes commotions et plusieurs appareils prirent feu. Des aurores boréales furent notées et des aurores australes eurent lieu dans les régions voisines du pôle sud.

Le 4 février 1872, autres perturbations magnétiques, aurores boréales, arrêt des transmissions télégraphiques, présence de nombreuses taches sur le Soleil, apparition de protubérances et d'éruptions de toutes sortes.

Le 3 août suivant, la même série de phénomènes se renouvelait avec une égale intensité.

Le 17 novembre 1882, une énorme tache, visible à l'œil nu, coïncidait avec une forte perturbation magnétique, l'aiguille fit des sauts brusques de un degré. Des aurores furent signalées aux deux pôles et les télégraphes s'arrêtèrent dans le monde entier.

Le 9 janvier 1886, mêmes résultats.

Enfin, plus près de nous, il faut signaler la grande tache de février 1894, qui a coïncidé avec de magnifiques aurores boréales ; celle du 9 septembre 1898 : déviation magnétique intense, aurores observées en France, jusque dans l'Aveyron, puis en Finlande.

En 1903, grâce à l'examen du Soleil, j'ai pu prévoir une de ces perturbations télégraphiques et avertir le personnel de la poste à Bourges. Il en a été de même lors de la perturbation du 31 octobre de la même année qui arrêta les communications dans le monde entier, pendant plus de huit heures.

En Amérique, on constata sur les lignes télégragraphiques la présence de courants assez forts pour amener des accidents; ces courants connus en physique sous le nom de *courants telluriques*, c'est-à-dire d'origine terrestre, ne sont donc en réalité que des courants se développant sous l'influence de l'activité solaire.

Mais l'un des plus grands orages magnétiques qu'on ait encore éprouvés est bien celui qui, le 25 septembre 1909, le jour même où notre beau dirigeable *République* sombrait dans une terrible catastrophe, sévissait à la surface du Soleil et avait son retentissement sur notre globe et probablement sur toutes les planètes et les comètes de notre système.

Une tache énorme était apparue sur le Soleil quelques jours auparavant. Son diamètre mesurait quatre fois celui de la Terre, soit 56 000 kilomètres en nombre rond. Sa superficie égalait près de deux milliards de kilomètres carrés. Pour n'être pas aussi

grande que bien d'autres formations, cette tache était plus intéressante peut-être.

Elle formait un immense tourbillon au sein de la photosphère. Or, nous savons, à n'en pas douter maintenant, que les taches sont amenées par des différences de température sur le Soleil, qu'elles sont le siège de formidables orages électriques.

« Vous voyez d'ici, écrivais-je le lendemain de l'événement, vous voyez d'ici cette tempête effrayante où l'électricité règne en maîtresse, ce cyclone capable d'engloutir huit terres comme la nôtre, cet ouragan formidable couvrant une superficie de deux milliards de kilomètres carrés, toute la région environnante du Soleil secouée par une marée formidable dont les vagues s'élèvent parfois à 200 000 kilomètres de hauteur ! Et tout ceci pourrait se passer sans que la Terre n'en reçoive aucun contre-coup ? Nos ondes électriques influencent nos récepteurs à de grandes distances, et nous voudrions que de pareils dégagements d'électricité ne viennent pas envelopper de ses effluves notre pauvre petit globe, simple grain de sable en comparaison du Soleil ! Ce serait avoir la vue myope et courte des vieux astronomes ! »

Le même jour une magnifique aurore boréale offrait un merveilleux spectacle jusque dans le Midi de la France. On aurait pu se croire transporté dans les régions polaires. Au-dessus de l'arc auroral changeant, émettant de grands rayons jusqu'à l'étoile polaire, une immense draperie du plus beau violet pâle s'est développée pendant une dizaine de minutes; c'était un dégagement d'électricité dans la haute atmosphère, près des pôles terrestres.

La boussole était affolée, les courants électriques, dits telluriques, sillonnaient nos lignes télégraphiques interrompant toute communication aussi bien en France qu'à l'étranger. Ce ne fut qu'à la fin de l'aurore, vers

9 heures du soir, que les lignes reprirent peu à peu leur état normal.

On chercherait en vain l'explication de ces faits dans des phénomènes terrestres. On regarde en bas, alors qu'il faudrait voir en haut. Le vrai coupable évidemment, c'est le Soleil.

Ce langage peut sembler étrange de prime abord.

— Point n'est besoin, dira-t-on, d'une crise solaire pour expliquer les mauvais fonctionnements des téléphones. Il ne dépend que trop souvent de l'humeur variable des employés.

— D'accord, mais est-on bien certain que cette humeur variable ne dépend pas elle-même du Soleil?

Est-ce que l'état électrique de l'atmosphère terrestre — lié au Soleil, nous l'avons vu — n'influe pas sur notre caractère, sur nos dispositions, sur notre humeur, sur nos réunions parlementaires, sur le vote de nos lois — qui sait encore! — sur la tension des relations diplomatiques entre les États, en un mot, sur une foule de phénomènes que nous ne soupçonnons même pas?

N'ai-je point constaté maintes et maintes fois que le Soleil agit sur les crises rhumatismales, les névralgies, etc., etc. ?

Malheureusement là ne s'arrêtent pas les méfaits du Soleil.

C'est un fait connu depuis de longues années qu'au moment des grands tremblements de terre, on constate habituellement la naissance de courants telluriques. Pendant longtemps on crut que ces derniers provenaient précisément des troubles engendrés par les secousses. Mais n'y aurait-il pas lieu de supposer l'inverse? Ne serait-ce pas le courant tellurique qui amènerait le tremblement de terre? Tel est le problème que je m'étais posé dès 1900 et que des faits nombreux m'ont amené à résoudre dans ce dernier sens.

Mon attention fut d'abord attirée sur la coïncidence des troubles solaires avec les dégagements instantanés de grisou. La plupart du temps ces dégagements ont lieu aux périodes de violents tremblements de terre qui coïncident eux-mêmes avec l'apparition des courants telluriques.

Or, il semble bien que les jours à coups de grisou soient souvent faciles à prévoir. Il y a quelques années j'en ai tenté l'essai en envoyant quelques jours à l'avance des télégrammes à la Société belge de Géologie. Les résultats que j'ai publiés à cette époque ont été des plus satisfaisants. En prévoyant, par l'examen du Soleil, les troubles de l'atmosphère solaire, j'indiquais les perturbations magnétiques terrestres liées aux dégagements grisouteux et aux courants telluriques.

Il n'est donc pas téméraire d'avancer que le Soleil est le grand coupable. Malheureusement, nous sommes si peu outillés, en France surtout, pour étudier le Soleil d'après ces nouvelles méthodes, que la question avance lentement.

Lorsqu'une tache arrive au milieu du disque solaire, elle ne donne pas nécessairement naissance à une perturbation magnétique ni à un courant tellurique. Certaines taches sont actives, d'autres ne le sont pas. J'ai montré aussi il y a quelques années dans différentes Revues que l'activité solaire n'est pas nécessairement liée aux taches, mais à d'autres phénomènes plus ou moins tangibles : protubérances, troubles dans l'atmosphère supérieure du Soleil, etc.

Il faut tout étudier pour trouver parfois une relation avec nos phénomènes terrestres.

Il est donc enfantin de vouloir lier l'apparition d'un tremblement de terre à une tache solaire comme relation de cause à effet. Je ne pense pas que nous puissions prévoir à un jour près de semblables phénomènes. Le

Soleil dans sa rotation sur lui-même amène en face de la Terre des régions d'activité électrique incontestable; nous le constatons souvent, mais nous nous trompons quelquefois sur leur réalité et leur signalement.

J'ai donc cherché s'il y avait une relation entre les grandes périodes d'activité solaire et les périodes à tremblement de terre et à éruptions. Cette relation pour la volcanicité n'est pas douteuse.

Si l'on réunit sur un même diagramme la courbe de l'activité depuis qu'on étudie régulièrement le Soleil, c'est-à-dire depuis 1620, la courbe des variations de la boussole, et celle de fréquence des éruptions volcaniques, l'on constate :

1° Qu'il y a une relation exacte entre la courbe de l'activité solaire et les déviations de l'aiguille aimantée ;

2° Que, tandis qu'il y a coïncidence entre ces deux courbes, le phénomène des éruptions présente une allure opposée.

Du moment où le Soleil atteint sa plus grande activité, les éruptions sont en décroissance et inversement.

Depuis 1610, le phénomène est général, les éruptions volcaniques coïncident avec les minima des taches solaires, c'est-à-dire que l'activité du volcanisme s'accroît à mesure que l'activité solaire diminue, et d'autant plus vite que celle-ci diminue brusquement.

Quant aux tremblements de terre, leur fréquence ne se prête guère à la construction d'une courbe. Leurs effets destructeurs ne sont pas en rapport avec les secousses ; ils dépendent souvent des régions éprouvées.

Là encore cependant il semble qu'il y ait une loi manifeste.

Ils arrivent surtout aux moments où l'activité solaire change de sens, soit qu'elle augmente, soit qu'elle diminue, d'une façon générale. Je ne puis ici entrer dans des détails trop techniques, mais ce que je puis dire, c'est que notre courbe de l'activité solaire, telle

que nous la construisons, n'est qu'une courbe moyenne ; la courbe réelle est beaucoup plus mouvementée. Elle procède par à-coups successifs. Après l'époque du maximum des taches, par exemple, les soubresauts sont bien accentués ; puis il y a un repos marqué trois années après ce maximum ; enfin, la courbe descend progressivement jusqu'au minimum suivant.

D'après ma théorie, c'est à la fin de la troisième année du cycle solaire et pendant l'année suivante que les tremblements de terre doivent présenter leur maximum de fréquence et d'intensité ; or c'est pratiquement ce qui existe.

Mais il faut bien s'entendre et être précis : dans cet ordre d'idées on ne peut prévoir qu'à condition de suivre pas à pas et par un examen direct l'état même du Soleil.

C'est cette loi et cet examen qui m'ont permis de prédire le grand tremblement de terre de San Francisco par l'organe du New-York Herald, ainsi que les derniers séismes depuis la fin de 1908 dans un article de l'Écho de Paris et enfin dans un article du 16 décembre de l'Illustration. C'est encore cette loi générale qui m'a porté à avertir, pendant l'avant-dernier hiver, les Provençaux et tous ceux qui habitent la Côte d'Azur d'avoir à se tenir sur leurs gardes pendant cette période critique.

Les manifestations sismiques, disais-je alors, vont diminuer peu à peu pour laisser place aux éruptions volcaniques qui se grouperont autour de l'année 1912.

Il nous reste maintenant à expliquer la façon dont le Soleil agit sur l'écorce terrestre et à dire quels rapports il peut y avoir entre ces phénomènes et la vie de notre astre central.

Le problème revient à imaginer une cause périodique, qui tantôt retiendrait l'écorce terrestre au-dessus du noyau gazeux ou liquide, tantôt, au contraire, la laisse-

rait s'appuyer sur lui. Toute dilatation de la croûte tendrait à diminuer la pression sur le noyau interne ; tout retrait de l'écorce produirait l'effet opposé : les vapeurs dissoutes dans le magma sous-jacent auraient alors tendance à s'échapper, entraînant les laves rendues liquides par une moindre pression aux endroits de grandes fractures, d'où mouvements orogéniques et tendance à la volcanicité. C'est ainsi que les choses se passeraient si nous dilations les pierres de la voûte d'un pont : la dilatation rendrait l'édifice plus solide ; le retrait, au contraire, produirait un tassement et un mouvement de descente.

La chaleur solaire variable ne peut rien expliquer, car nous savons qu'à partir de 16 mètres au-dessous du sol la température est d'une constance remarquable.

Nous pourrions être plus heureux en nous adressant à l'électricité.

Les statistiques montrent que les tremblements de terre sont plus nombreux en hiver qu'en été. De même, on enregistre plus de secousses la nuit que le jour et le matin que le soir.

Or, de tous les phénomènes qui concordent le mieux avec la distribution périodique des séismes, j'ai montré ailleurs que l'électricité atmosphérique tenait le premier rang.

L'électricité servirait donc d'intermédiaire entre le Soleil et les troubles sismiques, ou, ce qui revient au même, entre le Soleil et les contractions de la Terre.

Aussi paradoxale que puisse paraître cette affirmation, nous allons montrer qu'elle peut scientifiquement se soutenir. Tout le monde connaît une bouteille de Leyde, mais on ignore généralement que, si l'on fait varier la charge de la bouteille, son volume varie proportionnellement. En chargeant l'armature extérieure représentée par une feuille d'étain, le volume augmente ; l'inverse se produit si l'on diminue la charge.

Or, sur la Terre, l'atmosphère joue le rôle de la feuille d'étain extérieure, la croûte terrestre remplace le verre de la bouteille, et l'armature intérieure est fort bien représentée par le noyau liquide ou gazeux surtout, formé de substances métalliques.

Si donc la charge électrique venue du Soleil augmente dans l'atmosphère, nous aurons dans la croûte une tendance à la dilatation, les pressions latérales seront plus accusées et toute la croûte tendra à se maintenir d'elle-même au lieu de s'appuyer sur le noyau central. D'où suppression des tremblements de terre.

C'est précisément ce que nous constatons. Les tremblements de terre sont faibles ou n'existent pas en été et dans les après-midi, moments de grande charge électrique.

Inversement lorsque l'électricité diminue, pendant l'hiver ou même dans la seconde partie des nuits, il y a tendance à la contraction de la part de l'écorce, rien ne retient plus cette couche pesante au-dessus du noyau, d'où phénomènes de tassement et de descente, et, par conséquent, tremblements de terre.

Cette variation de l'électricité et des tremblements de terre, nous la retrouvons dans la courbe annuelle ainsi que dans les courbes générales à longue période.

On comprend donc qu'à certaines époques les gaz enfermés dans la croûte cherchent à sortir en vertu de la pression de l'écorce favorisée par une tendance à la contraction. Leur tension augmentera jusqu'au moment où l'activité solaire passera par un minimum. Ainsi s'expliqueraient les relations que j'ai constatées pour la première fois il y a une dizaine d'années.

Quel que soit le sort de la théorie que je préconise, les faits sont là : ce sont eux qui fournissent le plus sûr bilan de notre science, et nos hypothèses souvent changeantes ne sont pour ainsi dire qu'un aide-mémoire dont nous pouvons nous servir à la condition toutefois de n'en jamais méconnaître la nature.

Mais notre étude du Soleil n'est pas terminée. Nous avons porté notre attention sur la photosphère et la chromosphère, il nous faut encore dire quelques mots de la troisième enveloppe du Soleil, la *couronne*, visible seulement pendant les éclipses totales, où elle semble comme une sorte d'auréole lumineuse analogue à celle dont les artistes nimbent la tête des saints.

Pendant longtemps les astronomes avaient attribué les formes coronales à une illusion d'optique, tout au moins à une illumination produite dans notre atmosphère, puis on crut qu'elle indiquait la présence d'une atmosphère lunaire. L'opinion sur ce sujet a subi de nombreuses variations, mais finalement, à la suite des travaux spectroscopiques, on a reconnu que la couronne appartient réellement au Soleil.

La couronne est sans doute composée de matériaux tellement raréfiés que leur illumination ne suffit pas dans les circonstances ordinaires à vaincre celle de l'atmosphère terrestre. Cette dernière cesse-t-elle au contraire d'être éclairée, comme il arrive au moment des éclipses totales, alors que le globe de la Lune s'interpose entre le Soleil et notre œil, immédiatement nous voyons surgir autour du disque obscur des banderoles plus ou moins prononcées se détachant sur un fond brillant.

L'étude systématique de la couronne ne remonte pas très loin, mais dès que l'on eut remarqué la variabilité de sa forme en fonction de l'activité solaire, le problème devint intéressant et on commença de s'en occuper sérieusement.

Chose curieuse, on reconnut bientôt que les formes coronales variaient avec le cycle des taches ; pendant les années de maximum de taches, la couronne solaire se présente sous une forme absolument symétrique avec une égalité de lumière parfaite. Au contraire, dès que l'activité commence à décroître, il se produit une

diminution de lumière aux pôles, et cette diminution va s'accentuant à mesure que l'on approche de l'époque du minimum. C'est ce qu'on a appelé la fente polaire.

On est donc autorisé maintenant à classer les couronnes en trois types principaux, suivant la position de leurs rayons. Cette classification satisfait assez bien aux différentes formes constatées.

Le premier est le type polaire.

Les rayons coronaux envahissent les pôles du Soleil et sont distribués irrégulièrement à toutes les latitudes. Ce sont les couronnes de ce genre qui présentent le moins de ressemblance entre elles, au moins dans les détails variés à l'infini ; mais, en général, les extensions équatoriales ne sont pas nettes ; les filaments déliés qui forment ce qu'on appelle les aigrettes de la couronne sont tournés dans tous les sens. On a même vu dans ce type coronal des aiguilles qui prennent naissance dans une latitude voisine de 45°, sont recourbées vers les pôles, franchissent ces derniers pour aboutir sur le côté opposé.

Les couronnes polaires ont été visibles pendant les éclipses de 1860, 1870, 1871, 1882, 1883, 1893, 1905, c'est-à-dire toujours aux époques de maximum de taches ou voisines d'un maximum.

Le troisième type complètement opposé au premier, est le type équatorial.

Cette fois les extensions coronales semblent partir de l'équateur. A l'œil nu les pôles du Soleil sont simplement auréolés d'une lumière diffuse argentée. La structure filamenteuse est cependant bien visible avec une simple jumelle, comme lors de l'éclipse totale de 1900 que j'ai pu étudier en Espagne. Dès qu'on applique un grossissement de quelques diamètres, les pôles du Soleil apparaissent chevelus ; c'est la meilleure expression pour rendre l'apparence du phénomène. Ce sont des rayons qui, d'abord normaux à la circonférence du

disque, se recourbent à peu de distance et semblent s'unir un peu plus loin à la chevelure s'échappant des régions équatoriales. Aux pôles exactement, les rayons filamenteux ne sont pas incurvés et leur direction indique assez bien l'axe du Soleil.

Les extensions équatoriales sont parfois très allongées. En mai 1900, j'ai pu suivre à l'œil nu les filaments de la couronne jusqu'à la planète Mercure, alors très brillante dans le ciel ; Mercure se trouvait à une distance du Soleil égale à sept fois et demie environ un rayon solaire. En 1878, les filaments avaient une extension égale à 11 diamètres solaires. En raison de leur direction radiale, les extensions équatoriales dans ce type de couronne ont fait comparer la couronne équatoriale aux ailes d'un moulin à vent, et c'est avec raison qu'on la décrit ainsi.

A ce groupe appartiennent les couronnes de 1867, 1868, 1878, 1889, 1900 et 1901.

Comme le prochain minimum doit tomber vers l'année 1912, nous pouvons prédire que l'éclipse totale visible (?) en France aura cette forme : la fente polaire sera considérable et les rayons équatoriaux seront très allongés.

Entre ces deux groupes extrêmes, type polaire et type équatorial, vient se placer le type intermédiaire.

Les rayons coronaux sont à mi-chemin entre le pôle et l'équateur, et la forme générale du Soleil affecte celle d'une croix de Saint-André.

Les caractéristiques du type intermédiaire sont donc les suivantes : quatre groupes de filaments inclinés de 45° sur l'équateur avec aigrettes dont la concavité est toujours tournée vers une droite radiale à 45°. J'insiste sur ce dernier fait très important dès qu'il s'agit d'une théorie ayant la prétention de rendre compte des formes coronales. De plus, les extensions ne sont pas aussi étendues que dans le troisième type. Parfois même elles

sont si restreintes que leur enveloppe ou leur surface limite dessine assez bien l'aspect d'un carré ; de là le nom de couronne carrée ou quadrangulaire donné à ce type par quelques auteurs.

A cette forme se rattachent les couronnes des éclipses de 1858, 1869, 1874, 1875, 1886, 1887, 1896 et 1898. L'éclipse du mois de mai dernier affectait cette forme.

Le type intermédiaire se trouvant tantôt plus près, tantôt plus éloigné d'un maximum de taches, doit nécessairement varier un peu ; aussi a-t-on constaté maintes fois qu'il se rapproche plus ou moins des types extrêmes suivant les époques.

Ce fait explique qu'on n'a pu classer les couronnes de 1865 et de 1885, toutes les deux s'étant présentées entre un type polaire ou équatorial et un type intermédiaire. Il est bien évident que le changement d'un type à l'autre se fait en réalité sans à-coup et non brusquement. Si nous pouvions voir et étudier la couronne comme ou le fait pour les protubérances, c'est-à-dire journellement, notre classification ne serait sans doute pas aussi simple. Cependant, celle que nous avons adoptée avec beaucoup d'auteurs renferme les types principaux autour desquels se groupent tous les autres.

Tous ces phénomènes, malheureusement, ne peuvent être observés que pendant les éclipses totales, c'est-à-dire pendant quelques minutes seulement chaque année, deux ou trois tout au plus. C'est peu vraiment pour faire avancer notre connaissance du Soleil. Si nous pouvions trouver le moyen de les étudier en dehors des éclipses, nous aurions probablement la clé des mystères et des lois qui régissent l'activité solaire.

J'ai montré autrefois comment on pourrait tenter une explication rationnelle des faits constatés en attribuant à la condensation des effets variables suivant le milieu observé.

Commencée dans la couronne, cette condensation

affecterait périodiquement les enveloppes sous-jacentes et déterminerait en même temps que le phénomène des taches un surcroît de chaleur dans la région photosphérique.

Or, à l'époque où j'étudiais ces théories dans le *Problème solaire*, nous avions déjà de bonnes raisons de croire à une variation calorifique des enveloppes.

Aujourd'hui le fait n'est plus douteux et son importance vaut la peine que nous nous y arrêtions.

Lorsqu'on reçoit sur un prisme un faisceau de lumière solaire, on constate une décomposition de la lumière blanche qui donne lieu à l'apparition, sur un écran approprié, des sept couleurs de l'arc-en-ciel.

En intercalant une fente à faible ouverture entre le prisme et la source lumineuse, des raies sombres apparaissent, et la physique démontre que ces raies sont les caractéristiques des substances en combustion dans le Soleil. Chaque corps possède ses raies propres et on conçoit quel merveilleux parti les chimistes ont pu tirer d'un procédé dont la sensibilité est telle qu'on peut analyser la moindre parcelle des corps brûlant dans une flamme placée à une distance quelconque.

Or, l'étude prolongée du spectre solaire a montré que le nombre des raies ainsi visibles avec un même instrument varie considérablement au cours d'un cycle solaire.

A l'époque du minimum le nombre des raies visibles est relativement peu considérable et presque toutes peuvent être identifiées, c'est-à-dire rapportées à des corps connus et étudiés sur la Terre. Mais à mesure qu'on approche du maximum, de nouvelles bandes apparaissent qui pour la plupart peuvent se résoudre en lignes extrêmement fines avec une dispersion suffisante. C'est ce qu'on appelle les lignes renforcées : elles sont à peu près toutes d'origine inconnue.

On a pu cependant, par des expériences de labora-

toire, déterminer sous quelle influence elles prennent naissance.

On peut diviser nos hautes températures terrestres en trois catégories : la température de la flamme, celle de l'arc électrique et la température de l'étincelle électrique à très haute tension. A la température inférieure, celle de la flamme, on obtient une certaine série de lignes ; à mesure qu'on passe de la flamme à l'arc électrique, puis à l'étincelle, le nombre des lignes nouvelles augmente dans une proportion énorme, tandis que certaines lignes préexistantes diminuent d'intensité.

Or, à l'époque du minimum, on observe dans le spectre des taches les lignes de l'arc, tandis qu'au maximum, ce sont les lignes de l'étincelle qui prédominent. Conclusion : les lignes renforcées observées pendant les périodes de maximum sont l'indice que le Soleil est alors plus chaud qu'en temps normal ; autrement dit, les substances solaires observées aux spectroscope sont soumises à une température beaucoup plus élevée.

Notre Soleil est donc une étoile variable dont la période est de 11 ans environ, et par conséquent la chaleur que nous en recevons varie également : tantôt cette chaleur augmente, tantôt elle diminue.

Il y a donc lieu de se demander si cette source calorifique, dans ses variations, n'a pas sa répercussion sur les températures que nous subissons sur la Terre et aussi sur tous les éléments de la météorologie terrestre.

En fait, si l'on dresse la courbe des températures terrestres, on peut observer que, la plupart du temps, les périodes de grande activité solaire coïncident avec des hausses thermométriques dans un grand nombre de régions.

Je sais bien que le phénomène peut être masqué par des froids résultant de l'évaporation, mais rien n'est

perdu dans la nature et l'énergie solaire sera toujours employée à quelque travail profitable. S'il y a évaporation plus abondante, l'humidité de l'atmosphère s'accroîtra dans les mêmes proportions et les précipitations aqueuses se feront plus intenses et plus fréquentes. La courbe pluviométrique doit donc nous renseigner sur ce point. Ainsi, de proche en proche, nous arrivons à inférer de l'étude des phénomènes solaires une recrudescence périodique des pluies, or c'est précisément ce que l'expérience a confirmé.

En 1874, M. Norman Lockyer, depuis Sir Norman, découvre un cycle de pluie correspondant à la période undécennale des taches. C'était d'ailleurs un fait connu depuis longtemps à Ceylan qu'il existait, dans l'intensité de la mousson, un cycle d'environ 11 années. Dans un voyage aux Indes, M. Lockyer constate que la période comprend 5 à 6 années de sécheresse alternant avec 5 à 6 années d'humidité. On reconnaissait encore dans la région une plus longue période d'environ 33 ans.

Peu après M. Meldrum arrive à des conclusions analogues par l'étude des pluies à Port-Louis, Brisbane et Adélaïde.

Remarquons, en passant, que, l'Inde se trouvant sous les tropiques, le climat y est extrêmement régulier. Cependant même dans des régions à latitude élevée on retrouve la même coïncidence.

Ainsi, en 1878, le Dr Meldrum trouve qu'il y a une coïncidence remarquable entre la variation de la pluie et des taches à Édimbourg. Les années de maximum et de minimum de pluie et de taches, pour les cycles moyens, coïncident, et il y a une gradation régulière du minimum au maximum et du maximum au minimum voisin. Le minimum de pluie arrive en moyenne dans l'année qui précède immédiatement l'année de maximum des taches.

Veut-on d'autres exemples : la quantité de pluie est en déficit quand les taches sont au minimum et en

excès quand les taches sont au maximum dans 54 stations en Grande-Bretagne (de 1824 à 1867) et dans 34 stations en Amérique.

L'influence du Soleil ne s'arrête pas là : en 1880, Chamber conclut de recherches très sérieuses qu'il y a une relation entre les variations des taches, la pression barométrique, la pluie et les famines dans l'Inde occidentale.

Dans les régions tropicales où le climat est très régulier, les fluctuations solaires s'y font sentir dans les moindres détails : les époques sèches se groupent autour des années de minimum des taches, et les périodes pluvieuses au contraire autour des maxima.

A Rothesay, dans l'île de Bute (Écosse) on a des statistiques depuis 1800 : la pluie annuelle totale suit le cycle des taches ; il en est de même pour la pluie de certaines parties de l'année, en particulier la pluie d'été.

Dans l'Europe occidentale, par exemple à Londres, Paris, Bruxelles, Vienne, dans le centre de la France, les oscillations périodiques de la pluie sont beaucoup plus compliquées. Il ne peut pas dès lors être question de rechercher un rapport avec le cycle undécennal.

Cependant on a reconnu une oscillation climatérique à période beaucoup plus longue d'une durée de 35 ans environ. Cette oscillation, déjà observée dans les pluies de l'Inde, a été découverte par Brückner dans les documents météorologiques pour l'Europe occidentale, non seulement depuis le début du XIXe siècle, mais depuis huit ou dix siècles, autant qu'on en peut juger malgré le peu de documentation qu'on possède pour les époques plus anciennes.

Or, en 1902, M. Lockyer montrait qu'il doit précisément exister dans l'activité solaire une période de 33 à 35 ans comprenant trois périodes undécennales et se superposant aux premières. L'un de ces maxima absolus serait survenu en 1833, le suivant en 1870, et le dernier vers 1906. Celui-ci toutefois est moins

apparent et consisterait surtout dans la longue durée du maximum. Or ces maxima absolus coïncident précisément avec les périodes pluvieuses de Brückner.

L'étude des pluies à Londres, à Paris, à Bruxelles montre les mêmes coïncidences. Mes recherches pour le centre de la France m'ont conduit à des conclusions analogues, de sorte que nous serions actuellement en pleine période humide, ce qu'il est inutile de démontrer cette année, après les inondations qui ont ruiné une partie de la France.

Mais les maxima de taches ne coïncident pas absolument avec les maxima de pluie. Il y a une sorte de retard, un *décalage* pour ainsi dire. Le phénomène de la pluie met un certain temps, plusieurs années, à se faire sentir dans nos régions.

De plus, il faut grouper les totaux de pluie et faire des moyennes.

C'est ainsi que les maxima d'activité solaire de 1870, 1884, 1894, ont fait monter la courbe des pluies et ont provoqué les maxima des années groupés autour de 1879, 1887 et 1897. C'est le grand maximum des taches de 1906 qui se fait sentir actuellement au centre de la France et la pluviosité n'est certainement pas terminée.

En achevant ce travail, j'ai été amené à une autre déduction non moins importante.

Les inondations de la Loire, fleuve qui reste en entier dans le centre de la France, sont amenées par des conditions analogues.

Le maximum des taches de

	1816	a amené les	crues de la	Loire en	1826
celui de	1829	»	»	»	1836
»	1837	»	»	»	1846
»	1848	»	»	»	1856
»	1860	»	»	»	1866

etc., etc.

C'est l'explication de ces crues, arrivant tous les dix ou onze ans en moyenne, qui *ne coïncident pas* avec les taches, mais qui *les suivent* et paraissent soumises à une période analogue.

Pour la Seine, nous trouvons que les inondations sont surtout régies par la période de 35 ans. Ainsi toutes les grandes crues, celles de 1802, 1807, 1817, 1850, 1872, 1876, 1879, 1882, 1883, 1910, tombent toutes sans exception pendant des périodes réglées par l'activité du Soleil.

La crue de 1910, si déplorable à tous égards, ne sera sans doute pas la seule que nous faisait prévoir l'activité du Soleil portée à son comble pendant les années 1905, 1906 et 1907.

Telle est l'explication des années pluvieuses que nous subissons depuis quelque temps.

Alors que tout le monde se plaignait, en 1903, de la sécheresse des terrains, de l'épuisement des sources, je pouvais déjà, à cette époque, prédire le retour des pluies et de l'humidité ; et cela, grâce à l'étude du Soleil.

Osera-t-on dire maintenant, que l'Astronomie est une science purement spéculative, sans aucune application pratique ?

Veut-on d'autres preuves de son utilité ? Il suffit d'examiner la courbe du rendement de la vigne et celle de la production du blé, on est aussitôt frappé du parallélisme qu'elles présentent avec la courbe des taches.

L'Astronomie réalise un progrès dans notre science, puisqu'elle nous apprend à prévoir, puisqu'elle nous permet d'ores et déjà d'affirmer que nous allons entrer dans une période d'humidité ou de sécheresse.

L'agriculteur qui veut créer des prairies, le vigneron qui désire reconstituer un vignoble, le grand propriétaire qui doit immobiliser ses capitaux pour des travaux

considérables, l'industriel qui doit lancer une affaire basée sur la considération du climat, tous sauront utiliser les renseignements obtenus par les astronomes, et réaliser une économie de temps et d'argent.

Malheureusement, il nous faut nous contenter à l'heure actuelle des prévisions générales sans pouvoir descendre dans le détail. Mais le premier pas est franchi ; à la notion d'un Soleil sans variation calorifique, l'Astronomie moderne a substitué celle d'un astre dont les pulsations vitales, pour ainsi dire, règlent l'existence des planètes presque dans ses moindres phases.

La Météorologie nous apparaît alors, non comme un amas de statistiques sans lien d'aucune sorte, mais comme une véritable science dont nous commençons à épeler les lois générales. Tous ces phénomènes que nous voyons s'opérer journellement sous nos yeux, au sein de cette mince pellicule atmosphérique enveloppant la Terre, toutes ces manifestations électriques dont elle est le siège, tout cela prend son origine dans le Soleil, notre vie dépend de la sienne, nous sommes baignés dans ses effluves. Ses rayons fécondants nous apportent un écho des lointaines tempêtes qui secouent ses enveloppes.

L'astronome constate une fois de plus cette merveilleuse harmonie qui relie les mondes, et son esprit habitué à remonter des effets aux causes, pénètre plus avant et rend un nouvel hommage à Celui qui règle le cours des astres, qui dicte ses lois au Soleil comme à la Terre et qui dans l'immense Univers a tout arrangé avec poids et mesure.

Abbé Th. Moreux.

LA

PHYSIQUE NÉOPLATONICIENNE

AU MOYEN AGE (1)

VII

GUILLAUME DE CONCHES. — SES ÉCRITS. — SA MÉTHODE

Saint Ambroise, Hygin et Suétone sont presque les seules sources auxquelles saint Isidore de Séville ait puisé ses très maigres connaissances astronomiques.

Pline l'Ancien, qu'Isidore semble avoir ignoré, apporte à Bède le Vénérable de nouveaux renseignements, et le prêtre de Wearmouth se hâte d'en profiter.

La documentation de Jean Scot Érigène s'est singulièrement accrue, en partie parce que le Philosophe de Charles le Chauve connaissait la langue grecque. A la Patrologie latine se joint pour lui la Patrologie grecque, enrichie des écrits attribués à Denys l'Aréopagite et des Commentaires de ces écrits. En outre, la liste des auteurs profanes lus par les Scolastiques latins s'est singulièrement allongée ; à l'*Histoire naturelle* de Pline sont venus s'ajouter la *Géographie* de Ptolémée, les *Noces de la Philologie et de Mercure* de Capella, et surtout le *Commentaire au Timée* de Chal-

(1) Voir REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, juillet 1910, p. 10.

cidius. Révélée aux Latins par ce commentaire en même temps que par les œuvres du Pseudo-Aréopagite, la philosophie néo-platonicienne exerce sur eux une entraînante séduction à laquelle nous devons la grandiose métaphysique de l'Érigène. En même temps, le *Commentaire* de Chalcidius fait connaître aux occidentaux l'hypothèse astronomique d'Héraclide du Pont sur les mouvements de Vénus et de Mercure.

Cette double influence, métaphysique et astronomique, exercée par le *Commentaire au Timée* de Chalcidius, se trouve singulièrement renforcée, lorsque les chrétiens d'occident commencent à lire le *Commentaire au Songe de Scipion*, composé par Macrobe. A cette lecture ils s'adonnent avec une extraordinaire ardeur. Les opinions des philosophes païens, connues de la sorte, prennent sur leur raison une autorité qui contrebalance celle de l'Écriture ; ils rêvent d'expliquer scientifiquement la Genèse, ils se laissent séduire par toutes les doctrines néo-platoniciennes et, en particulier, par la théorie de l'unité de l'intellect ; en même temps, leurs connaissances astronomiques se développent et se détaillent. Le *De mundi constitutione*, faussement attribué à Bède le Vénérable, nous révèle l'état d'esprit de l'un de ces lecteurs de Macrobe.

Avec Guillaume de Conches, nous allons constater que la bibliothèque des Scolastiques latins s'est encore enrichie. Dans les écrits de ce Docteur, nous trouverons des citations de Lucrèce, dont l'influence atomistique viendra se mêler aux tendances néo-platoniciennes ; nous trouverons aussi des emprunts à Constantin l'Africain.

Né à Carthage vers 1020, Constantin y avait acquis les connaissances les plus étendues ; il y fut accusé de magie ; obligé de s'exiler, il se réfugia à Salerne où il fut choisi comme secrétaire par Robert Guiscard ; il fut l'un des chefs de la célèbre école médicale de Salerne ;

après avoir pris l'habit au Mont Cassin, il mourut en 1087.

Lorsqu'il énumère, en son *Almagestum novum*, les diverses théories qui ont été proposées pour rendre compte des mouvements de Vénus et de Mercure, Riccioli cite (1) le *De natura rerum liber* de Bède le Vénérable et le *De constitutione mundi liber* du Pseudo-Bède ; il n'hésite pas à attribuer ces deux ouvrages à l'abbé de Wearmouth, qui aurait rédigé le premier en sa jeunesse et le second en son âge mûr.

Mais Riccioli va plus loin ; il cite encore un troisième ouvrage qu'il attribue à Bède et qu'il intitule *Liber de elementis philosophiæ*. En effet, l'édition in-folio, donnée en 1612, des *Bedæ Venerabilis Opera* attribue à l'abbé de Wearmouth un écrit intitulé Περὶ διδαξέων *sive IV libri de elementis Philosophiæ* où se trouve le passage cité par Riccioli.

Comme l'a fait remarquer Barthélemy Hauréau (2), l'attribution de cet écrit à Bède le Vénérable résulte d'une grossière méprise ; on y trouve cités Constantin l'Africain et Joannitius qui ont vécu trois ou quatre siècles après Bède.

Dès le XVIIIe siècle, d'ailleurs, Oudin, étudiant les écrits de Bède, n'avait pas hésité (3) à en retrancher le Περὶ διδαξέων et à rendre cet écrit à son véritable auteur, Guillaume de Conches.

En dépit de cette démonstration de Cas. Oudin, la *Patrologie latine* de Migne a maintenu (4) le Περὶ

(1) *Almagestum novum Astronomiam veterem novamque complectens....* auctore P. Joanne Baptista Ricciolo, Societatis Jesu. Ferrariensi. Pars posterior tomi primi, p. 283.

(2) Barthélemy Hauréau, art. : *Guillaume de Conches*, in : *Nouvelle Biographie générale*, publiée par Firmin Didot frères, t. XXII, coll. 667-673. Paris, 1859.

(3) *Dissertatio de scriptis Venerabilis Bedæ*, auctore Cas. Oudino. [Oudini *Commentarius de Scriptoribus ecclesiasticis*, t. 1; Venerabilis Bedæ *Operum* accurante Migne, t. I (*Patrologiæ latinæ* t. XC) coll. 79-80].

(4) Bedæ Venerabilis *Operum* accurante Migne, t. I (*Patrologiæ latinæ* t. XC), coll. 1127-1178.

διδαξέων dans les œuvres de Bède, mais en le rangeant parmi les écrits douteux ou apocryphes.

Sous ce titre : *De Philosophia Mundi libri quatuor*, le même écrit est attribué à Honoré d'Autun, au t. XX (pp. 995 seqq.) de la *Maxima Bibliotheca Patrum* éditée à Lyon. Cette attribution a été reproduite en la notice consacrée à Honoré d'Autun par l'*Histoire littéraire de la France* (t. XII, p. 178).

Se fiant à cette attribution, la *Patrologie latine* de Migne n'a pas hésité à insérer (1) les *De Philosophia Mundi libri quatuor* en tête des œuvres d'Honoré d'Autun, sans s'apercevoir qu'elle les avait déjà donnés dans les œuvres de Bède.

En donnant Honoré d'Autun, qui mourut vers 1140, pour auteur à l'écrit dont nous parlons, on ne se heurte plus aux invraisemblances qui s'opposaient à ce qu'on en fît l'œuvre de Bède. Mais l'opinion que l'on émet ainsi, dénuée de toute preuve positive, contredit le témoignage même d'Honorius Scolasticus ; celui-ci, en effet, en son livre intitulé *De luminaribus Ecclesiæ*, énumère les écrits qu'il avait composés, et la liste qu'il dresse ne contient pas les *De Philosophia Mundi libri quatuor*.

Il est vrai que l'autorité de cette liste est fort douteuse. L'argument que nous venons de reproduire ne suffirait pas à rayer le *De Philosophia Mundi* de la liste des œuvres d'Honoré d'Autun si nous n'en connaissions par ailleurs le véritable auteur.

Les érudits qui se sont occupés de cet ouvrage ne paraissent pas avoir signalé l'édition qui en fut donnée, dès 1531, sous le nom du bienheureux Guillaume, abbé d'Hirschau.

Au XIe siècle, Guillaume est religieux bénédictin au

(1) Honorii Augustodunensis *Opera*, accurante Migne *(Patrologiæ latinæ* t. CLXXII) coll. 41-102.

couvent de Saint Emméran de Ratisbonne ; en 1068, il est nommé abbé du monastère d'Hirschau, dans le diocèse de Spire ; son autorité a plus d'une lutte pénible à soutenir contre des religieux de mœurs dépravées, si nous en jugeons par une lettre que lui adresse saint Anselme de Cantorbéry ; il meurt le 4 juillet 1091, laissant une grande réputation de philosophe, d'astronome et de musicien ; la sainteté de sa vie lui a mérité le titre de bienheureux.

En 1531, Henricpetri publia à Bâle, sous le nom de Guillaume d'Hirschau, un opuscule intitulé *Institutiones philosophicæ et astronomicæ* (1) que tous les historiens et bibliographes ont continué d'attribuer au correspondant de saint Anselme. Or ces *Institutions philosophiques et astronomiques* sont identiques à l'écrit qui a été successivement attribué à Bède et à Honoré d'Autun.

Mais l'écrit qui nous occupe n'est ni de Bède le Vénérable, ni d'Honoré d'Autun, ni de Guillaume d'Hirschau ; il est de Guillaume de Conches.

Né vers 1080 à Conches, près d'Évreux, Guillaume

(1) *Philosophicarum et astronomicarum institutionum* Guilielmi Hirsaugiensis olim abbatis *libri tres. Opus vetus et nunc primum evulgatum et typis commissum.* Basileæ excudebat Henricus Petrus, mense Augusto, anno MDXXXI. Ce texte offre de légères variantes par rapport aux deux textes donnés par la *Patrologia latina* de Migne, l'un au t. XC, coll. 1127-1178 (Bedæ *Opera*, t. I), l'autre au t. CXXII, coll. 39-102 (Honorii Augustodunensis *Opera*). En outre la partie qui, au premier de ces textes, termine l'ouvrage et commence à la phrase : *Inconveniens esset si hominis corpus suas haberet actiones, anima vero non* (col. 1176) ; la partie correspondante du second texte, partie qui commence à : Cap. XXX, *Quæ actiones sint animæ et corporis*, cette partie, disons nous, ne se trouve pas à la fin de l'ouvrage attribué à Guillaume d'Hirschau ; après avoir subi quelques interversions, ce même fragment du texte a été inséré avant les *Philosophicæ et astronomicæ institutiones*, comme un opuscule distinct dont le titre est : Guilielmi Hirsaugiensis abbatis *Aliquot philosophicæ sententiæ, et primo de disciplina in studiis servanda.*

Ces nombreuses divergences entre les trois textes que nous avons consultés nous obligent, en nos citations, à les invoquer tous trois. Nous les désignerons respectivement par les noms : Hirsaugiensis, Beda, Honorius.

aurait été, de 1110 à 1120, disciple de Bernard de Chartres (1). Vers 1122, il ouvrit à Paris une école qu'il dirigeait encore avec éclat de 1139 à 1141. Mais les attaques des Cornificiens, qui lui reprochaient d'accorder trop d'importance aux études grammaticales, l'obligèrent à quitter sa chaire. Il devint précepteur d'Henri Plantagenet et mourut en 1150 suivant Fabricius, en 1154 suivant Albéric de Trois Fontaines.

Que le Περὶ διδαξέων soit bien l'œuvre de Guillaume de Conches, c'est une proposition qui a été tout d'abord démontrée par Oudin (2). Charles Jourdain (3) et Victor Cousin (4) se sont également attachés à l'établir par des arguments irréfutables que B. Hauréau (5) est encore parvenu à corroborer. En nous aidant du travail de ce dernier savant, indiquons brièvement les raisons qui conduisent à attribuer le Περὶ διδαξέων à Guillaume de Conches.

Deux manuscrits du fonds latin de la Bibliothèque nationale [n° 6556 (ancien fonds Colbert 6109) et n° 15025 (ancien fonds Saint-Victor, 796)] attribuent à Guillaume de Conches un *De Philosophia Mundi liber* qui est identique à l'ouvrage qui a été successivement imprimé sous les noms de Bède le Vénérable, d'Honoré d'Autun et de Guillaume d'Hirschau. Or l'exactitude du nom de l'auteur que fournissent ces manuscrits est mise hors de doute par deux preuves que Barthélemy Hauréau a mentionnées :

(1) Abbé A. Clerval, *Les Écoles de Chartres au Moyen Age*, p. 13. Paris, 1895.

(2) *Dissertatio de scriptis Venerabilis Bedæ*, auctore Cas. Oudino, insérée dans : Oudini *Commentarius de scriptoribus ecclesiasticis*, t. I, et reproduite au t. XC, coll. 73 seqq. de la *Patrologia latina* de Migne (Venerabilis Bedæ *Opera*, t. I).

(3) Charles Jourdain, *Dissertation sur l'état de la philosophie naturelle en Occident pendant la première moitié du XIIe siècle*, Paris, 1838, p. 101.

(4) V. Cousin, *Fragments philosophiques. Philosophie scholastique.* Seconde édition, 1840.

(5) Barthélemy Hauréau, art. : *Guillaume de Conches*, in : *Nouvelle Biographie générale*, publiée par Firmin Didot frères, coll. 667-673. Paris, 1859.

« Quelque moine ayant transmis à Guillaume de Saint-Thierry un ouvrage de Guillaume de Conches où étaient agitées diverses questions théologiques, celui-ci se troubla quand, lisant cet ouvrage, il y vit de graves et anciens problèmes résolus en des termes nouveaux et contraires à la foi. Ce fut le sujet d'une de ses lettres à saint Bernard. Il dénonce dans cette lettre Guillaume de Conches comme auteur de propositions paradoxales et dangereuses sur la Trinité, sur l'Ame du Monde, sur les démons et sur la création de la première femme. Or, où se trouvent réunies ces propositions, censurées par Guillaume de Saint-Thierry sous le nom de Guillaume de Conches ? Elles appartiennent textuellement au *De Philosophia Mundi*.

» Voilà certes une preuve décisive. Eh bien ! nous en possédons une qui l'est plus encore. Ces erreurs dont le *De Philosophia Mundi* nous offre la série, Guillaume de Conches déclare qu'il les a commises dans un écrit de sa jeunesse intitulé *De Philosophia*, qu'on l'en a justement accusé, et qu'il les condamne lui-même avec la sincère conviction d'un vrai chrétien. Et où cette déclaration se rencontre-t-elle ? Dans le *Dragmaticon Philosophiæ*, ouvrage... qui présente sans équivoque le nom de Guillaume de Conches.

» De tout ce qui précède, il résulte que le *De Philosophia Mundi* est incontestablement de cet illustre écrivain. »

En outre, nous savons par son propre témoignage qu'il avait composé cet ouvrage dans sa jeunesse, c'est-à-dire au début du XIIe siècle.

Le Περὶ διδαξέων n'était cependant pas le premier écrit que Guillaume de Conches eût composé.

Après avoir brièvement exposé comment en l'homme, selon une doctrine qu'il attribue à Platon, il y a deux âmes, l'Ame du Monde et une âme individuelle, il poursuit en des termes que nos divers textes reproduisent de manières différentes.

Le texte mis sous le nom de Guillaume d'Hirschau dit simplement (1) : « *Cujus expositio alias est.* » Le texte que la *Patrologie* donne dans les œuvres de Bède écrit : « *Cujus expositionem si quis quærat, in aliis nostris scriptis illam inveniet.* » Enfin, le texte que la même *Patrologie* attribue à Honoré d'Autun s'exprime d'une manière plus explicite : « *Cujus expositionem si quis quærat, in glossulis nostris super Platonem inveniet.* »

Guillaume de Conches nous apprend donc qu'avant de composer le Περὶ διδαξέων, il avait glosé Platon.

Or, nous possédons les gloses que Guillaume de Conches avait composées sur le *Timée*. En un manuscrit de la Bibliothèque nationale (fonds lat., n° 14 065; ancien fonds Saint Germain, n° 1095), Victor Cousin a découvert (2) un Commentaire du *Timée* ; l'auteur n'était pas nommé ; mais Cousin n'hésita pas, à l'aide d'indices nettement reconnaissables, à l'identifier avec l'auteur du *De Philosophia Mundi libri quatuor*, que l'on croyait généralement être Honoré d'Autun ; aussi la *Patrologie latine* a-t-elle inséré dans les œuvres d'Honoré d'Autun (3) la partie de ce commentaire que Cousin avait publiée.

Il va sans dire que c'est d'après la traduction de Chalcidius, et non d'après le texte grec, que cette glose a été rédigée. Guillaume de Conches nous rapporte ce que l'on croyait, en son temps, au sujet de l'origine de cette traduction et du commentaire qui l'accompagne. Le *Timée* de Platon, dit-il (4), « demeura ignoré des Latins jusqu'au temps du pape Osius ; celui-ci savait

(1) Hirsaugiensis, p. 8.

(2) V. Cousin, *Fragments philosophiques. Philosophie scholastique.* Seconde édition, 1840. Appendice, V, pp. 371-391.

(3) Honorii Augustodunensis *Opera*, accurante Migne (*Patrologiæ latinæ* t. CLXXII), coll. 245-251.

(4) V. Cousin, *loc. cit.*, pp. 377-378. Honorii Augustodunensis *Opera*, coll. 247-248.

que ce dialogue contenait beaucoup de choses utiles et non contraires à la foi ; il pria donc son archidiacre Chalcidius, qui était versé dans les deux langues, de le traduire du grec en latin. Chalcidius, obéissant à l'autorité du Pape, traduisit les premières parties du *Timée ;* mais, ne sachant si sa traduction plairait ou non à Osius, il lui envoya ces premières parties, afin que le Pape pût en juger et qu'au cas où elles lui plairaient, Chalcidius pût aborder plus hardiment les autres parties. Comme les premières parties étaient difficiles à comprendre, Chalcidius composa un commentaire à leur sujet et, avec la partie traduite et le commentaire, il envoya au Pape une lettre... »

Cette légende qui fait du commentaire de Chalcidius l'œuvre d'un archidiacre entreprise sur l'invitation d'un pape, explique la confiance avec laquelle les écoles chrétiennes accueillaient cet écrit.

Le *Commentaire au Timée* est-il le seul ouvrage que Guillaume de Conches ait composé avant le Περὶ διδαξέων ? « Ce dernier ouvrage lui-même, a écrit Victor Cousin (1), n'était qu'un abrégé de la *Magna de naturis philosophia*, où Guillaume de Conches avait traité fort au long de toutes les matières que la Philosophie embrassait de son temps. »

Cette *Magna de naturis philosophia* aurait été, dit-on, imprimée en 1474. En réalité, aucun chercheur moderne n'a pu trouver trace de cet ouvrage ni sous forme imprimée ni sous forme manuscrite ; d'ailleurs, au Περὶ διδαξέων, Guillaume formule, à plusieurs reprises, son désir d'écrire un livre court ; mais, nulle part, il ne présente ce livre comme l'abrégé d'un ouvrage plus complet ; nous pensons donc que l'existence de la *Magna de naturis philosophia* est purement légendaire.

(1) V. Cousin, *Op. laud.*, p. 425.

Cette conclusion semble confirmée par le fait que Guillaume a intitulé *Secunda philosophia* et *Tertia philosophia* deux dialogues qu'il a donnés après le Περὶ διδαξέων ; les épithètes *tertia* et *quarta* leur eussent mieux convenu si les *De Philosophia Mundi libri quatuor* n'eussent été que le second exposé des doctrines du Philosophe de Conches.

Ces deux petits dialogues ont été retrouvés et en partie publiés par Victor Cousin (1). Ils ne renferment aucune pensée essentielle, qui ne soit déjà au Περὶ διδαξέων.

On peut en dire autant du dialogue que Guillaume de Conches avait intitulé *Dragmaticon philosophiæ*, et qui fut imprimé sous ce titre : *Dialogus de substantiis physicis* (2). Au préambule de cet ouvrage, l'auteur répudie certaines erreurs théologiques du Περὶ διδαξέων ; il n'y émet d'ailleurs aucune idée qu'il n'ait développée auparavant.

Le Περὶ διδαξέων reste donc la source qu'il convient d'étudier de près, si l'on veut connaître les doctrines physiques de Guillaume de Conches.

Nous avons vu qu'avant de composer cet ouvrage, Guillaume avait glosé le *Timée*, complétant, sur ce dialogue, le commentaire donné par Chalcidius ; c'est assez dire que le *Timée* de Platon et le Commentaire de Chalcidius inspireront notre auteur ; et cette inspiration, en effet, est de tous les instants.

Elle n'est pas cependant la seule qui se puisse noter à la lecture de la *Philosophia Mundi ;* dès les premières lignes de cet écrit, nous trouvons une allusion aux *Noces de la Philologie et de Mercure ;* attendons-nous donc à ce que l'autorité de Macrobe soit fort souvent invoquée.

(1) Victor Cousin, *Op. laud.*, pp. 425-439.

(2) *Dialogus de substanciis physicis, ante annos ducentos confectus a* Wilhelmo Aneponymo *philosopho*. Argentorati, 1567.

Les deux influences de Chalcidius et de Macrobe sont dominantes au Περὶ διδαξέων ; nous aurons l'occasion d'en signaler d'autres, mais qui seront moins intenses.

La *Philosophie du Monde* de Guillaume de Conches offre plus d'un trait de ressemblance avec le *Livre de la constitution du Monde* composé par le Pseudo-Bède ; ces deux écrits révèlent souvent des préoccupations analogues.

La doctrine monopsychiste, si nettement formulée et si vivement repoussée par le Pseudo-Bède, sollicite également l'attention de Guillaume de Conches ; mais celui-ci n'expose pas (1) l'hérésie avec la même précision que celui-là ; il ne la rejette pas non plus avec la même intransigeance ; il semble disposé à adopter un moyen terme, à admettre qu'en chaque homme l'âme individuelle coexiste avec l'Ame universelle du Monde ; et cependant, l'homme n'a pas, pour cela, deux âmes : « En l'homme donc, il y a une âme propre et l'âme du Monde. Si quelqu'un allait en conclure, qu'il y a deux âmes en l'homme, nous le nierions, car nous ne prétendons pas que l'âme du Monde soit une âme. De même, lorsque nous disons que Rome est la tête du Monde, nous ne disons pas que Rome soit une tête. » Cette défaite est difficilement acceptable ; Guillaume, en effet, vient de définir l'âme du Monde : « une substance incorporelle qui est tout entière en chacun des corps » ; ce n'est donc pas par métaphore que le nom d'âme lui est donné. On comprend que Guillaume de Saint-Thierry n'ait pas jugé suffisante cette réfutation du monopsychisme.

Comme le *Liber de constitutione Mundi* du Pseudo-Bède, le traité *De Philosophia Mundi* est une tenta-

(1) Hirsaugiensis, lib. I, p. 8 : De altero eorum quæ sunt et non videntur, scilicet anima mundi ; Beda, col. 1130 ; Honorius, lib. I, cap. XV : De anima mundi, coll. 46-47.

tive remarquable pour traiter les questions de Physique par les méthodes de la raison, et sans aucun recours aux enseignements de la Révélation.

Voyons, par exemple, comment il résout la question si souvent agitée des eaux supérieures au firmament (1).

« Certaines personnes prétendent qu'au-dessus de l'éther, se trouvent des eaux congelées qui se présentent à nos yeux comme une membrane étendue, au-dessus de laquelle se trouvent de véritables eaux ; ils citent, pour confirmer leur opinion, la Sainte-Écriture qui dit : « Dieu a posé le firmament au milieu des » eaux », et aussi : « Il a séparé les eaux qui sont au- » dessous du firmament de celles qui se trouvent au- » dessus ». Mais nous allons montrer que cela est contraire à la raison et, par conséquent, ne peut être ; nous montrerons aussi comment la Sainte-Écriture doit être comprise dans les passages cités ci-dessus.

» S'il y avait en cet endroit des eaux congelées, il s'y trouverait donc quelque chose de pesant et de grave. Mais le lieu propre des graves est la terre. *Item :* S'il se trouve en cet endroit des eaux congelées, elles sont contiguës au feu ou ne le sont pas (2). Si elles sont contiguës au feu, qui est chaud et sec, tandis que les eaux congelées sont froides et humides, le contraire se trouve, sans intermédiaire, joint à son contraire ; entre eux, il ne pourra pas y avoir accord, mais lutte mutuelle entre les contraires ; plus précisément, si l'eau congelée est contiguë au feu, ou bien le feu lui fera perdre sa solidité, ou bien elle éteindra le feu ;

(1) Hirsaugiensis, lib. I, pp. 28-29 ; De superiori elemento, scilicet igni ; Beda, lib. II, coll. 1139-1140 ; Honorius, coll. 57-58 ; lib. II, cap. II : Quod aquæ congelatæ super æthera non sint ; cap. III : Quomodo intelligendum sit : « Divisit aquas quæ sunt sub firmamento. »

(2) Guillaume de Conches a identifié précédemment le feu et l'éther qui remplit les régions célestes ; nous le verrons tout à l'heure.

puis donc que le feu et le firmament subsistent, c'est que les eaux congelées ne sont pas contiguës au feu. Si elles ne lui sont pas contiguës, il y a quelque chose entre elles et le feu ; mais que sera ce quelque chose ? un élément ? mais aucun des éléments ne se trouve au-dessus du feu ; un corps visible ? mais d'où vient qu'on ne le voit pas ? Il reste donc qu'il n'y a, en cet endroit, point d'eau congelée.

» Je sais bien ce qu'ils disent : Nous ignorons comment cela est, mais nous savons que Dieu le peut faire. Les malheureux ! Quoi de plus misérable, en effet, que de dire : Dieu peut faire une chose, et de ne pouvoir constater que cette chose est, de ne posséder aucune raison de son existence, de ne montrer aucune fin utile en vue de laquelle elle serait. En effet, Dieu ne fait pas tout ce qu'il peut faire ; pour parler comme un paysan, il peut, d'un tronc d'arbre, faire un veau ; l'a-t-il jamais fait ? Qu'ils montrent donc la raison pour laquelle il en est comme ils le prétendent ou bien qu'ils cessent de juger qu'il en est ainsi.

» D'ailleurs, s'il n'y a pas d'eaux congelées en cet endroit, il ne saurait y avoir d'autres eaux au-dessus d'elles.

» Lorsque la Sainte-Écriture dit : « Il a séparé les » eaux qui se trouvent sous le firmament de celles qui » se trouvent au-dessus », elle a donné le nom de firmament à l'air, qui affermit et tempère la terre. Au-dessus de cet air se trouvent, comme on le montrera plus loin, des eaux qui sont suspendues sous forme de nuées et qui sont séparées des eaux qui se trouvent au-dessous de l'air. On peut expliquer de même ce passage : « Il a posé le firmament au milieu des eaux » ; bien que ce passage soit dit, croyons-nous, au sens allégorique plutôt qu'au sens littéral. »

En un autre passage (1), Guillaume de Conches soutient, avec une fermeté non moins grande, contre ceux qui veulent croire sans comprendre, le droit d'interpréter l'Écriture par des explications naturelles toutes les fois que cela est possible.

« Lorsqu'en l'Écriture il est dit qu'une chose a été faite et que nous expliquons comment elle a été faite, en quoi notre langage est-il contraire à l'Écriture ? Si un sage me dit qu'une chose a été faite sans m'expliquer de quelle manière elle a été faite, et si un autre, en me disant la même chose, me l'explique, quelle contradiction y a-t-il entre eux ? Mais ceux-là ne savent rien des forces de la nature ; alors, ils veulent que tous les autres soient des compagnons de leur ignorance ; ils ne veulent pas que les autres se livrent à aucune recherche ; ils veulent que nous croyions à la façon des paysans, sans chercher la raison de rien... Nous, au contraire, nous prétendons qu'en toutes choses nous devons chercher la raison ; mais que si la raison nous échappe d'une chose qu'affirme la Sainte-Écriture, nous devons alors nous confier au Saint-Esprit et à la foi... Lorsque nous étudions une question qui touche à Dieu, si nous ne suffisons pas à la comprendre, appelons à notre aide notre voisin, c'est-à-dire un autre qui demeure en la même foi catholique que nous. Si ni lui ni nous ne suffisons à comprendre cette question, livrons-la aux flammes ardentes de la foi. »

Saint Anselme n'eût assurément pas mieux marqué les droits de la foi à rechercher l'intelligence des choses qu'elle croit.

Guillaume de Conches avait évidemment rencontré des théologiens pour lesquels toute opinion est hérétique, s'ils ne la trouvent point consignée en des livres

(1) Hirsaugiensis, lib. II, p. 26 ; Beda, lib. I, col. 1138 ; Honorius, lib. I, cap. XXII : De creatione piscium et avium, col. 56.

très anciens ; l'audacieux exégète n'accepte pas leur condamnation : « Si l'on trouve ici, dit-il (1), quelque chose qui n'ait pas déjà été écrit autre part, nous demandons que l'on n'aille pas le taxer d'hérésie ; ce n'est pas, en effet, parce qu'une proposition n'a point été écrite jusqu'ici qu'elle est une hérésie, mais parce qu'elle va contre la foi. »

Le philosophe qui a si fermement réclamé le droit, pour la raison, d'analyser et de pénétrer les affirmations de l'Écriture, ne saurait montrer moins d'indépendance à l'égard des autorités humaines ; il consent à recueillir les avis des sages, mais à la condition de les repenser en son propre esprit, de leur apporter les modifications et les améliorations nécessaires : « Ce qui arrive en ces circonstances, dit-il quelque part (2), nous laissons à l'esprit d'autrui le soin de le rechercher ; il faut, en effet, demander au maître le point de départ de la science ; mais la perfection, il la faut demander à son propre génie : *Principium a magistro, sed perfectio debet esse ab ingenio.* »

Après avoir ainsi défini les droits respectifs de la foi et de la raison, ceux de l'autorité et de la recherche personnelle, Guillaume cherche à délimiter les méthodes employées par le philosophe et celles dont use le physicien. Selon lui, le philosophe démontre des propositions nécessaires ; le physicien propose des opinions probables :

« Jusqu'ici, dit-il (3), nous avons disserté des choses qui sont et ne se voient pas ; parlons maintenant des choses qui sont et se voient. Mais avant d'aborder ce

(1) Hirsaugiensis, lib. I, p. 7 ; Beda, lib. I, col. 1130 ; Honorius, lib. I, col. 46, cap. XIV : Quare Spiritui Sancto peccatorum remissio tributa.

(2) Hirsaugiensis, lib. I, Principium et consummatio studii, p. 16 ; Beda, lib. I, col. 1134 ; Honorius, lib. I, cap. XXI : De elementis, col. 50.

(3) Hirsaugiensis, lib. I, De iis quæ sunt et non videntur, pp. 11-12 ; Beda, lib. I, col. 1132 ; Honorius, lib. I, cap. XX : De dæmonibus, col. 48.

sujet, nous demandons que l'on n'aille pas nous blâmer si, en parlant des choses visibles, nous énonçons quelque proposition qui soit probable, mais non nécessaire, ou quelque autre qui soit nécessaire, mais non probable. Comme philosophe, en effet, nous posons ce qui est nécessaire, lors même que cela ne semble pas probable; comme physicien, nous y adjoignons ce qui est probable, lors même que ce n'est pas nécessaire. »

Ce souci de distinguer les diverses méthodes par lesquelles une même question peut être abordée et de définir exactement la portée de chacune d'elles se marque encore en ce que Guillaume de Conches dit de la Science des astres (1) :

« Les auteurs ont parlé des corps célestes en trois manières différentes, en la manière fabuleuse, en la manière astrologique, en la manière astronomique.

» Nemrod, Hygin, Aratus parlent des astres d'une *manière fabuleuse*, lorsqu'ils racontent que le taureau avec lequel Jupiter avait enlevé Europe fut transformé en signe du Zodiaque, et lorsqu'ils font des récits analogues au sujet des autres signes. Cette façon de traiter des choses célestes est légitime ; sans elle, nous ne saurions ni en quelle partie du Ciel se trouve tel signe, ni combien d'étoiles il renferme, ni comment elles y sont disposées.

» Traiter une question *selon la méthode astrologique*, c'est dire ce qui apparaît dans les corps célestes, que les apparences soient, ou non, conformes à ce qui est ; beaucoup de choses, en effet, paraissent y être qui n'y sont pas, car la vue nous trompe. Martianus et Hipparque (2) traitent ainsi les questions.

» Traiter une question *selon la méthode astrono-*

(1) Hirsaugiensis, p. 30, lib. I : Quot modis tractatur de superioribus ; Beda, lib. II, coll. 1140-1141 ; Honorius, lib. II, cap. V : Quot modis auctoritas loquatur de superioribus.

(2) Au lieu de *Hipparchus*, que donnent Hirsaugiensis et Honorius, Beda donne le mot dénué de sens : *Hyspaicus*.

mique, c'est dire quelles choses sont en réalité, qu'elles apparaissent ou non; ainsi font Julius Firmicus et Ptolémée.

» Lorsque l'on dit, par exemple, que le Ciel couvre toutes choses, on parle à la manière astrologique, parce qu'il semble qu'il en soit ainsi. »

Ce passage mérite d'arrêter quelques instants notre attention.

En l'étude de l'Astronomie, il établit une distinction essentielle entre les apparences que la vue saisit, mais qui peuvent ou non correspondre à des réalités *(quæ videntur, sive ita sint, sive non)* et les réalités, qui peuvent être saisissables aux sens ou non *(quæ sunt, sive videantur, sive non)*; traiter des premières est l'objet de la méthode *astrologique*; traiter des secondes est l'objet de la méthode *astronomique*. A ces deux mots, Guillaume de Conches garde leur sens étymologique ; la seconde méthode nous révèle seule la loi (νόμος) qui découle nécessairement de la nature même des choses ; la première est un simple discours descriptif (λόγος) destiné à faire connaître les apparences.

Guillaume de Conches, voulant citer un auteur qui ait pratiqué cette dernière méthode, donne avec raison le nom d'Hipparque que la lecture de Pline l'Ancien lui avait sans doute révélé.

En revanche, le nom de Ptolémée se trouve assez fâcheusement opposé au nom d'Hipparque, comme celui d'un homme qui aurait pratiqué la méthode astronomique ; il est clair que Guillaume n'avait aucune connaissance directe des écrits qui ont fait la gloire de Ptolémée ; s'il connaît quelque œuvre de ce grand homme, c'est une œuvre que nous nommerions aujourd'hui astrologique ; une telle œuvre peut seule être rapprochée de celle de Julius Firmicus Materna. Il serait, d'ailleurs, injuste de s'étonner que Guillaume eût mis de tels écrits au nombre de ceux qui suivent la

méthode propre à nous découvrir ce que sont en réalité les corps célestes ; n'est-ce pas là, en effet, la prétention des astrologues ?

L'opposition que Guillaume de Conches établit ici entre l'astronome et l'astrologue est analogue à celle qu'il a établie, d'une manière plus générale, entre le philosophe et le physicien : l'astronome, comme le philosophe, saisit les réalités et formule les lois nécessaires qui les régissent ; le physicien n'énonce que des probabilités et l'astrologue ne discourt que des apparences.

VIII

LA PHYSIQUE ET L'ASTRONOMIE DE GUILLAUME DE CONCHES

Le physicien ne discourt point du nécessaire, mais du probable ; c'est donc seulement une théorie probable qu'il pourra donner au sujet des éléments. « Voyons toutefois, ajoute Guillaume de Conches (1), si parmi les modernes il en est qui aient émis sur cette question un avis plus probable. » Et tout aussitôt il expose la doctrine que Constantin l'Africain a développée en son Παντέχνη.

La définition de l'élément donnée par Constantin est la suivante : « Un élément, c'est une partie d'un corps, partie qui est simple et la plus petite possible ; simple quant à la qualité, la plus petite possible quant à la quantité. »

(1) Hirsaugiensis, pp. 12-16 ; Honorius, lib. I, cap. XXI : De elementis ; coll 48-53 ; Beda, lib. I, coll. 1132-1136. En ce dernier texte, le nom de *Constantinus* est constamment remplacé par *Philosophus quidam* ; de même, le nom de *Johannitius*, que nous rencontrerons bientôt, celui d'*Helpéric*, que nous trouverons plus loin, ont été remplacés par *quidam*. En effaçant tous les noms d'auteurs notoirement postérieurs à Bède, on a voulu rendre possible l'attribution de la *Philosophia Mundi* à cet auteur ; cette attribution résulte donc non d'une erreur, mais d'une supercherie consciente.

En disant que l'élément est une partie simple quant à la qualité, l'auteur veut dire « qu'elle n'est pas affectée de qualités contraires », et non pas qu'elle possède une seule qualité ; ainsi un élément terrestre est simple en qualité, bien qu'il soit à la fois sec et froid, parce que ces deux qualités ne sont pas contraires l'une à l'autre ; il n'y aurait plus simplicité en qualité là où se rencontreraient en même temps le froid et le chaud.

Les quatre qualités : chaud, froid, sec, humide, peuvent se grouper deux à deux de six manières différentes ; mais de ces groupements, il en est deux qui ne pourraient correspondre à des éléments parce que les qualités qu'ils associent sont contraires l'une à l'autre ; il ne peut donc y avoir que quatre éléments.

L'élément ne doit pas seulement être une partie simple en qualité ; ce doit aussi être une partie dont le volume soit aussi petit que possible ; par là, Guillaume entend que « rien n'est partie de cette partie. D'une manière semblable, les lettres sont dites éléments parce qu'elles sont parties de syllabes, mais qu'il n'est rien qui soit partie de lettre. »

L'idée d'atome n'avait jamais été entièrement oubliée des philosophes chrétiens.

Isidore de Séville, en ses *Étymologies*, définissait (1) l'atome « ce qui ne peut plus admettre de *tomen*, c'est-à-dire de coupure ». Il distinguait quatre sortes d'atomes : les atomes des corps, ceux du temps, ceux des nombres, ceux de l'écriture.

« Soit un corps tel qu'une pierre ; divisez-le en morceaux, les morceaux en grains, comme ceux du sable ; les grains de sable, divisez-les en une fine poussière jusqu'à ce que vous parveniez, si possible, à des parcelles tellement petites que vous ne les puissiez plus couper ni diviser ; voilà ce qu'est l'atome dans les corps.

(1) B. Isidori Hispalensis episcopi *Etymologiarum* liber XIII, cap. II : De atomis.

» Dans le temps, voici comment vous devez comprendre l'atome : Prenez, par exemple, l'année ; divisez la en mois, les mois en semaines, les semaines en jours, les jours en heures ; les parties de l'heure souffriront encore d'être divisées jusqu'à ce que vous parveniez à un instant si petit (*tantum temporis punctum*) qu'il soit comme une parcelle de moment et qu'aucune durée ne puisse le produire ; il ne sera plus possible de le diviser ; voilà l'atome de temps.

» Prenez un nombre, huit par exemple ; en le partageant, vous obtenez quatre ; quatre, partagé, donne deux ; deux, partagé, donne un. Mais l'unité est l'atome, car elle est insécable.

» Il en est de même de l'écriture. Le discours se divise en mots, les mots en syllabes, les syllabes en lettres. Mais la lettre est la plus petite partie du discours ; elle est l'atome et ne peut être divisée. L'atome est donc ce qui ne peut être divisé, comme le point en Géométrie. En grec, en effet, *tomus* signifie division ; *atomus*, indivision. »

Ces considérations, saint Isidore de Séville ne les a pas reprises en son *De natura rerum*.

Bède le Vénérable ne parle pas davantage de l'atome en son *De natura rerum* ; mais en son écrit *De temporum ratione*, il s'exprime (1), au sujet de l'atome du temps et de l'atome du discours, à peu près dans les mêmes termes qu'Isidore.

En un écrit que l'on range parmi ceux de Bède, bien qu'il ne l'ait pas mis au catalogue de ses œuvres et que rien n'y porte sa marque, on trouve (2) une imitation plus servile encore de ce que l'Évêque de Séville avait

(1) Bedæ Venerabilis *De temporum ratione liber*, cap. III : De minutissimis temporum spatiis [Bedæ Venerabilis *Operum*, accurante Migne, tomus I (*Patrologiæ latinæ* t. XC) coll. 304-307].

(2) Bedæ Venerabilis *De divisionibus temporum liber* II : De atomis [Bedæ Venerabilis *Operum* accurante Migne, tomus I (*Patrologiæ latinæ* t. XC) col. 654].

dit des atomes ; cette imitation, d'ailleurs, se donne comme l'expression de l'opinion d'Isidore. Ce passage sur les atomes a été presque textuellement reproduit par Raban Maur (1).

Ni Isidore ni Bède ni Raban Maur n'ont, en leur Physique, attribué de rôle essentiel à ces atomes, qu'ils se bornaient à définir. En attachant la notion d'élément non point à une masse divisible mais à un atome indivisible, en exigeant, par exemple, que la terre élémentaire fût une parcelle insécable à la fois sèche et froide, Constantin l'Africain faisait preuve d'une véritable originalité ; il s'efforçait de souder la Physique d'Aristote à la Physique de Démocrite et d'Épicure.

Guillaume de Conches adopte pleinement cette idée.

Les corps que nous nommons feu, air, eau, terre, et que nous pouvons voir et toucher ne méritent pas le nom d'éléments, *elementa* ; on devrait plutôt dire qu'ils sont formés d'éléments, *elementata*. La terre que nous touchons, par exemple, n'est pas un élément, car elle n'est pas indivisible ; elle n'est pas un élément, car elle n'est pas simple en qualité ; le chaud s'y constate en même temps que le froid, l'humide en même temps que le sec.

La terre que nous pouvons manier est une juxtaposition d'éléments indivisibles. Parmi ces éléments, la majorité est constituée d'atomes à la fois secs et froids ; ce sont eux qui communiquent à la terre sensible ses qualités dominantes. Mais entre les éléments terrestres, subsistent des pores par lesquels les éléments de l'eau et de l'air peuvent pénétrer ; et c'est pourquoi, en la terre qui tombe sous les sens, nous trouvons non seulement du froid et de la sécheresse, mais aussi de l'humidité et de la chaleur.

Cette doctrine voit en l'élément une substance dont

(1) Rabani Mauri *De universo* liber IX, cap. I : De atomis.

les qualités sont seulement les attributs ; elle s'oppose par là à la Physique de Scot Érigène qui faisait résider dans les quatre qualités mêmes, les quatre éléments rationnels dont les éléments *catholiques* dérivaient.

Contre une telle doctrine, Guillaume s'élève avec sa fougue habituelle : « Il y a des gens, dit-il, qui n'ont lu ni les écrits de Constantin ni ceux d'aucun physicien ; leur orgueil est tel qu'ils s'indigneraient d'apprendre d'un autre quoi que ce fût ; ils ont l'arrogance d'imaginer ce qu'ils ignorent, afin de paraître dire quelque chose ; ces gens-là disent que les éléments ne sont pas autre chose que les qualités des corps qui se voient, savoir le sec, le froid, l'humide, le chaud. »

A ces physiciens, Guillaume de Conches oppose les autorités du *Timée*, de Johannitius, de Macrobe ; toutes proclament que l'élément est le sujet qu'affectent les qualités, et non pas ces qualités mêmes.

Il va sans dire que Guillaume n'admet, pour constituer les corps, rien d'autre que les quatre éléments ; de la cinquième essence péripatéticienne, il ne parle même pas. « Le feu remplit l'espace qui s'étend au-dessus de la Lune (1) ; c'est ce même feu que l'on nomme éther. L'ornement de ce corps qui se trouve au-dessus de la Lune est constitué par les étoiles, tant fixes qu'errantes. »

Les étoiles qui, comme les cieux eux-mêmes, sont formées par l'élément igné, sont-elles en mouvement ? Telle est la première question proprement astronomique qu'examine Guillaume de Conches (2) : « Les uns prétendent qu'elles ne se meuvent pas, mais qu'elles sont entraînées d'orient en occident par le firmament, au sein duquel elles sont fixées. D'autres disent qu'elles

(1) Hirsaugiensis, lib. I : Ignis qui æther dicitur, p. 28 ; Beda, lib. II, col. 1139 ; Honorius, lib. II, Cap. I : Quid sit æther et ornatus illius, col. 57.

(2) Hirsaugiensis, lib. I, : De stellarum inerraticarum motu et quiete, pp. 30-31 ; Beda, lib. II, coll. 1141-1142 ; Honorius, lib. II, cap. VII : De infixis stellis, utrum moveantur, coll. 59-60.

se meuvent d'un mouvement propre, car elles sont de nature ignée et rien ne saurait se soutenir sans mouvement au sein de l'éther ou du fluide céleste ; mais ils pensent qu'elles se meuvent sur place, en tournant sur elles-mêmes. Les troisièmes assurent qu'elles se meuvent en passant d'un lieu à un autre, mais que nos yeux ne peuvent aucunement percevoir leur mouvement ; elles emploient, en effet, un tel laps de temps à parcourir leurs divers cercles, que la vie humaine, qui est courte, ne suffit pas à saisir même une brève portion de cette si lente circulation. »

Cette allusion au mouvement lent des étoiles fixes est textuellement empruntée à Macrobe ; mais la suite appartient en propre à Guillaume : « Nous partageons cet avis que les étoiles se meuvent en passant d'un lieu dans un autre ; mais que leur mouvement ne soit pas perceptible, nous en proposons une autre raison, qui est telle : Tout mouvement se reconnaît au moyen d'un corps immobile ou moins rapidement mobile. Lorsque quelque chose se meut, si nous voyons en même temps quelque objet immobile et si nous constatons que le premier objet s'approche du second ou le dépasse, nous percevons le mouvement. Mais lorsque quelque objet se meut sans que nous voyions aucun objet immobile ou moins mobile, le mouvement n'est point senti ; on peut le prouver par la considération du navire qui s'avance en pleine mer. Le mouvement des étoiles ne se pourrait donc reconnaître qu'à l'aide de quelque objet immobile ou moins mobile qui fût placé au-dessus des étoiles, jamais par ce qui se trouverait placé au-dessous. Nous reconnaissons les mouvements des planètes au moyen des signes, parce qu'une planète est vue tantôt sous un signe, tantôt sous un autre. Mais au-dessus des étoiles, il n'existe rien de visible ; partant, il n'y a rien qui nous permette de discerner leur mouvement. Elles se meuvent donc, mais on les nomme

fixes, parce que leur mouvement ne peut être senti, en vertu de la dite raison. »

Assurément Guillaume n'a pas compris la pensée que Macrobe exprimait d'ailleurs en termes trop concis pour être clairs ; il n'a pas compris comment les astronomes pouvaient, au-dessus de la sphère des étoiles fixes, concevoir une autre sphère, purement idéale, animée du seul mouvement diurne, et rapporter à cette sphère le mouvement lent des étoiles ; mais, en dépit de cette erreur, ses affirmations touchant le caractère relatif de tout mouvement observable valaient la peine d'être rapportées. On y trouve une remarquable analogie avec les pensées qu'au IVe livre des *Physiques* Aristote exprime au sujet du lieu. Elles nous fournissent une des preuves que l'on peut invoquer (1) pour démontrer que les doctrines physiques d'Aristote, grâce aux traductions de Dominique Gondisalvi et de Jean Avendeath de Luna, commençaient à pénétrer dans l'enseignement de la Scolastique latine.

Le firmament entraîne les astres errants en son mouvement d'orient en occident ; les astres errants ont, en outre, un mouvement propre d'occident en orient : « Tandis, en effet (2), que le firmament, tourne d'orient en occident, si les planètes se mouvaient de même, il en résulterait une si puissante impulsion que rien, sur la terre, ne pourrait être en repos ni en vie. Afin donc qu'ils s'opposassent au mouvement entraînant du firmament, afin qu'ils tempérassent son impulsion, les mouvements des planètes ont été dirigés dans le sens opposé. Mais bien que ces mouvements portent les planètes en sens contraire du firmament, le firma-

(1) P. Duhem, *Du temps où la Scolastique latine a connu la Physique d'Aristote* (Revue de Philosophie, IXe année, n° 8, p. 163 ; 1er août 1909).

(2) Hirsaugiensis, lib. I ; De motibus stellarum, pp. 40-41 (numérotées, par erreur, 40-35) ; Beda, lib. II, col. 1149 ; Honorius, lib. II, cap. XXV : Utrum planetæ moveantur cum firmamento, vel contra, col. 66.

ment les entraîne avec lui vers l'occident pour les ramener ensuite vers l'orient. De même, si une personne qui se trouve en un vaisseau marche en sens contraire de la marche du navire, elle est entraînée cependant vers l'endroit où va le navire ; son mouvement en sens contraire ne la rend donc pas immobile. »

Guillaume de Conches continue en ces termes :

« Helpéric (1) déclare qu'il n'en peut être ainsi. Le Soleil n'est point au nombre des étoiles qui sont fixément liées au firmament ; comment donc serait-il entraîné par le firmament ? Si une personne, en effet, se trouvait en dehors d'un navire, comment serait-elle emportée par ce navire ? Que le Soleil marche dans le sens des signes, vers l'orient, Helpéric dit que ce n'est qu'une apparence et qu'il n'en est pas ainsi. Le firmament et le Soleil, par mouvement naturel, se dirigent tous deux de l'orient vers l'occident... ; mais le firmament est un peu plus rapide que le Soleil et [à chaque révolution] il le dépasse à peu près de la trentième partie d'un signe. Lors donc que le Soleil revient vers l'orient, on ne voit plus au-dessus du Soleil cette partie du signe qu'on y voyait auparavant, mais une autre partie située en arrière de la première. Comme il en est de même chaque jour, il semble que le Soleil marche vers les signes postérieurs, bien qu'il ne se dirige nullement en ce sens. La Lune peut donner à chacun une preuve de cet argument. Il est certain que la Lune ne court pas vers le Nord ; mais si les nuages qui se trouvent au-dessous d'elle marchent vers le Sud, la Lune semble, en sens contraire des nuages, courir vers le Nord.

» Mais le plus savant de tous les philosophes (2) accorde son consentement au premier de ces deux avis ;

(1) Au lieu de : *Helpericus*, le texte Beda porte : *Quidam*.
(2) Platon.

et il est conforme à la vérité que nous nous accordions avec lui. Contre le dernier avis, ce philosophe objecte que le Soleil ne peut être entraîné par le firmament, puisqu'il n'est pas en ce firmament. On pourrait dire toutefois que, selon notre opinion, cette objection est faible, puisque nous avons dit que le nom de firmament désignait la substance éthérée. Nous disons en outre que le Soleil pourrait être entraîné par le firmament, bien qu'il ne fût pas au sein du firmament. Pour conserver notre exemple, en effet, un corps léger qui se trouve auprès d'un navire peut être entraîné par ce navire, bien qu'il ne soit pas dans le navire ; de même, le Soleil qui est léger et de nature ignée, peut être entraîné par le firmament sans en faire partie. »

Nous venons d'entendre Guillaume de Conches citer le nom d'Helpéric. Ce nom, il le répète en une autre circonstance. « Si vous voulez, dit-il (1), connaître les raisons des noms qui ont été donnés aux signes du zodiaque, lisez Helpéric. »

Qui était cet Helpéric ?

Fabricius mentionne divers Helpéric. A un seul d'entre eux les propos de Guillaume semblent pouvoir se rapporter (2). Celui-là était moine bénédictin de Saint-Gall. Selon Fabricius, il aurait écrit vers 980 un traité de *Comput ecclésiastique*. Trittenheim, qui le qualifie d'astronome, de philosophe et de poète, le fait vivre plus tard, soit vers 1040, soit, dans d'autres écrits, vers 1080.

Cas. Oudin, en sa *Dissertation sur les écrits de Bède le Vénérable*, rapporte (3) l'opinion émise par le Jésuite Pierre François Chifflet ; celui-ci citait en 1656, en

(1) Hirsaugiensis, lib. I, De circulis cælestibus, p. 32 ; Beda, lib. II, col. 1142 (Ici, ce texte n'a pas remplacé le nom d'Helpéric par *quidam)* ; Honorius, lib. II, cap. XI : De zodiaco et unde dicatur, col. 60.

(2) Fabricius, *Bibliotheca latina mediæ et infimæ ætatis*, t. III, p. 188.

(3) Bedæ Venerabilis *Operum*, accurante Migne, t. I *(Patrologiæ latinæ* t. XC) col. 77.

ses *Scriptores veteres de fide catholica*, le traité *De computo* écrit par Helpéric ; il ajoutait que cet auteur écrivait vers 930.

Le traité *Sur le calendrier* composé par cet Helpéric si peu connu est, d'ailleurs, conservé dans divers manuscrits (1).

La théorie qu'Helpéric soutient au sujet du mouvement rétrograde des astres errants était également connue, nous l'avons vu, du Pseudo-Bède ; celui-ci l'attribuait « à Aristote et aux Péripatéticiens », attribution qui semble lui avoir été suggérée par un passage de Chalcidius ; c'est vraisemblablement aussi à Chalcidius qu'Helpéric avait emprunté cette théorie ; il l'adoptait, d'ailleurs, tandis que le Pseudo-Bède la condamnait, tout comme nous venons de l'entendre condamner par Guillaume de Conches.

Les connaissances astronomiques de Guillaume de Conches présentent bien des confusions et des obscurités. Cet auteur sait, par exemple, que le Soleil et les autres astres errants décrivent des trajectoires excentriques à la Terre ; mais il a les idées les plus fausses sur la position de leurs absides ; il croit, par exemple, que le Soleil passe au périgée tandis que nous sommes en été, et il attribue la chaleur plus grande qui règne en cette saison à la diminution de la distance entre le Soleil et la Terre : « Nous et nos antipodes », dit-il (2), « nous avons en même temps l'été, l'hiver et les autres saisons de l'année, mais lorsque nous avons le jour, ils ont la nuit, et inversement. En effet, l'été est causé par la proximité du Soleil, l'hiver par son éloignement, le printemps et l'automne par une distance moyenne... »

Voici maintenant une doctrine en laquelle l'auteur

(1) On en trouvera une liste dans : Gerberti postea Silvestri II papæ *Opera mathematica*. Collegit Dr Nicolaus Budnov. Berolini, 1899 ; pp. CIX-CX.

(2) Hirsaugiensis, lib. III, pp. 66-67 ; Beda, lib. IV, col. 1167 ; Honorius, lib. IV, cap. III : De habitatoribus ejus, coll. 85-86.

du traité *De Philosophia Mundi* montre une plus exacte intelligence des écrits dont il s'inspire ; cette doctrine sera l'occasion d'un intéressant rapprochement entre le traité du Philosophe de Conches et le *De constitutione mundi liber* du Pseudo-Bède. Nous voulons parler de la théorie de Vénus et de Mercure.

Au premier de ces deux ouvrages, nous lisons le passage suivant (1), où l'influence de Macrobe est manifeste :

« Il nous faut dire pourquoi les Chaldéens disent que le Soleil est la quatrième des planètes, tandis que les Egyptiens et Platon prétendent qu'il est la dixième... Les Chaldéens ont pensé qu'il en était autrement, et cela pour la raison que nous allons dire : Le Soleil, Mercure et Vénus sont liés entre eux de telle manière qu'ils parfont leur cours presque dans le même temps, c'est-à-dire dans une année et une faible durée en plus ou en moins. Les cercles qu'ils parcourent doivent donc être sensiblement égaux, si le temps plus ou moins long qu'une planète emploie à parcourir le zodiaque se mesure à la longueur du cercle qu'elle décrit. Ces cercles étant presque égaux entre eux, l'un d'eux ne peut être en entier contenu par l'autre. Ils se coupent donc. Par sa partie inférieure, le cercle de Vénus coupe les parties supérieures du cercle du Soleil et du cercle de Mercure ; il comprend d'ailleurs plus du cercle de Mercure que du cercle du Soleil. Par sa partie supérieure, le cercle de Mercure coupe celui de Vénus ; il coupe celui du Soleil par sa partie inférieure. Enfin le cercle du Soleil par sa partie supérieure coupe les parties inférieures des cercles de Mercure et de Vénus, mais il coupe

(1) Hirsaugiensis, lib. I : De loco Solis et cur Luna debeat ei esse vicina, pp. 39-40 ; Beda, lib. II, coll. 1147-1148 ; Honorius, lib. II, cap. XXIII : De statu et retrogradatione prædictarum stellarum, et quod verum sit Solem esse sub Mercurio et Venere, et de circulis ipsorum. Cap. XXI : Quando circuli Veneris et Mercurii liberius appareant ; coll. 64-65.

davantage celui de Mercure et moins celui de Vénus (1). Puisque le cercle du Soleil est entouré par les parties supérieures (2) des cercles de ces planètes, il est juste de dire que le Soleil est inférieur à ces astres. Mais parfois aussi il arrive que le Soleil se trouve en la partie supérieure de son cercle, et que ces planètes sont en la partie inférieure de leurs cercles respectifs ; alors elles apparaissent plus aisément, car l'éclat du Soleil les fait moins pâlir lorsqu'elles se trouvent au-dessous de lui que lorsqu'elles sont au-dessus ; et voilà pourquoi le Soleil peut être regardé comme supérieur à ces deux astres. »

En cette hypothèse sur la position relative du Soleil, de Mercure et de Vénus, nous reconnaissons un corollaire de la théorie d'Héraclide du Pont.

Le Pseudo-Bède avait, lui aussi, admis cette théorie. Il avait, d'ailleurs, remarqué qu'on la pouvait présenter de diverses manières : « On en peut rendre compte, tout d'abord, disait-il, par des intersections de cercles ; on en peut rendre compte, ensuite, en admettant l'existence d'épicycles. » L'équivalence des deux méthodes n'est pas douteuse si l'on représente la trajectoire d'une planète, comme Hipparque a représenté la trajectoire du Soleil, soit par un cercle excentrique au Monde, soit par un épicycle dont le centre décrit un cercle concentrique à la Terre. La méthode fondée sur l'emploi des épicycles rend peut-être plus immédiatement visibles les diverses particularités des mouvements de Vénus et Mercure.

Ces particularités, Guillaume les connaît ; sous l'influence plus ou moins heureuse de certaines doctrines

(1) Les deux textes de la *Patrologia latina* insèrent ici une phrase destinée à annoncer une figure ; la *Patrologia* donne, en effet, une figure ; mais elle est absurde.

(2) Hirsaugiensis et Honorius disent : *inférieures*, au lieu de : *supérieures ;* Beda est, ici, seul correct.

rapportées par Macrobe, il en donne (1) d'assez singulières explications :

« Ils disent que le Soleil est de nature attractive. Si donc ces étoiles [Mercure et Vénus] précèdent le Soleil, et si elles en sont proches, il les attire vers lui si, au contraire, elles sont éloignées, il les oblige à s'arrêter jusqu'à ce qu'il les ait dépassées ; ils expliquent cette action en la comparant à celle de l'aimant sur le fer. D'autres prétendent que sur le cercle de chacune de ces deux planètes, il existe une certaine région et que, lorsque la planète parvient en cette région, le Soleil l'oblige à s'arrêter, puis à reculer ; mais ils ne disent pas pourquoi il en est ainsi.

» Pour nous, nous prétendons que ces étoiles ne s'arrêtent jamais et qu'elles semblent seulement s'arrêter ; car, étant de nature ignée, il est nécessaire qu'elles soient sans cesse en mouvement. Parfois, elles paraissent s'arrêter par l'effet de l'*arsis* ou de la *thesis*, c'est-à-dire de l'élévation ou de la dépression. Tous les astronomes s'accordent, en effet, à dire qu'une étoile tantôt s'éloigne davantage de la Terre, et alors elle s'élève, tantôt descend davantage vers la Terre, et on dit alors qu'elle est déprimée. Lorsqu'une planète s'élève ou s'abaisse, si ce mouvement se fait en ligne droite [avec le centre du Monde], l'étoile est vue constamment sous le même signe, et l'on croit qu'elle s'arrête. Si ce mouvement se produit obliquement en arrière, elle semble reculer.

» C'est le Soleil qui est cause de cette élévation et de cette dépression. Source de toute chaleur, tantôt il dessèche davantage les régions supérieures, tantôt les

(1) Hirsaugiensis, lib. I : Sol attractivus, pp. 38-39 ; Beda, lib. II, coll. 1146-1147. Honorius, lib. III, cap. XXII : De statu et retrogradatione prædictarum stellarum, et quod verum sit Solem esse sub Mercurio et Venere, et de circulis ipsorum ; coll. 64-65. Les deux derniers textes sont moins complets que le premier.

espaces inférieurs. Lorsque le corps d'une planète est plus desséché que d'usage, il s'allège et monte. Ensuite si, pour se nourrir, il attire à lui plus d'humidité que de coutume, il devient plus lourd qu'il n'est habituellement, et il descend davantage. Lorsqu'ils disent donc qu'une planète s'arrête, ils parlent en astrologues, parce qu'il semble qu'il en soit ainsi. »

Ainsi, grâce à Chalcidius et à Martianus Capella, grâce à Macrobe, la plupart des hommes qui, du IXe siècle au XIIe siècle, ont écrit sur l'Astronomie et dont les livres nous ont été conservés, ont connu et admis la théorie des planètes imaginée par Héraclide du Pont. Le Pseudo-Bède et Guillaume de Conches ont fait circuler Mercure et Vénus autour du Soleil ; Scot Érigène était allé plus loin ; il avait étendu la même supposition à Mars et à Jupiter ; s'il n'en eût exempté Saturne, il eût été pleinement le précurseur de Tycho-Brahé.

Que la théorie du Pseudo-Bède et de Guillaume de Conches ait été courante, aux époques où vécurent ces auteurs, on le devine à lire certaines allusions en des livres où cette théorie, cependant, n'est pas explicitement exposée.

On trouve, dans les écrits d'Honoré d'Autun, un petit traité intitulé : *De Solis affectionibus*. Rien ne prouve, d'ailleurs, que ce livre soit de l'auteur auquel les éditeurs l'ont attribué. Il ne figure pas dans la liste des ouvrages d'Honoré qui termine le traité *De luminaribus Ecclesiæ* composé par le Scolastique d'Autun. Ce livre, toutefois, semble bien avoir été produit au temps où vivaient Guillaume de Conches et Honoré ; l'influence de Macrobe s'y révèle par de nombreuses citations. Rien donc n'empêche qu'on l'attribue à Honoré d'Autun, pourvu que l'on ne continue pas à attribuer à celui-ci le traité *De imagine Mundi ;* ces deux livres ne sont assurément ni du même auteur ni de la même école.

L'auteur du *De Solis affectionibus* ne veut pas (1) que les sphères des différentes planètes et la sphère des signes soient distinctes et séparées les unes des autres par des intervalles : « comment, en effet, les sphères des planètes seraient-elles alors entraînées par la sphère du firmament qui est la dernière ? L'éther tout entier forme donc un milieu continu qui se meut d'un mouvement circulaire qui lui est naturel, en entraînant avec lui les planètes. Il faut, en effet, qu'il se meuve ; et comme il ne peut se mouvoir [ni vers le bas] ni vers le haut ni suivant une ligne droite quelconque, il se meut nécessairement en cercle. »

« Deux avis s'opposent l'un à l'autre, poursuit notre Scolastique (2), l'un selon lequel les planètes marchent en sens contraire du firmament, l'autre selon lequel elles vont dans le même sens que le firmament. Elles ne marchent pas avec (3) le firmament ; aucune chose, en effet, qui est simplement entraînée par une autre, ne peut la précéder en se mouvant plus vite ; en outre, elle ne pourrait s'en écarter suivant une ligne oblique, mais seulement en droite ligne ; le Soleil sortirait ainsi du zodiaque.

» Comme toutes les étoiles sont de nature ignée, il est nécessaire qu'elles se meuvent, car le feu est toujours en mouvement. »

Comme le Pseudo-Bède et comme Guillaume de Conches, notre auteur connaît l'hypothèse qu'Helpéric soutenait ; au lieu d'attribuer aux astres errants un mouvement propre en sens contraire du mouvement diurne, il sait que certains astronomes leur attribuent un seul mouvement orienté comme celui du firmament,

(1) Honorii Augustodunensis *De Solis affectionibus liber* ; cap. XXII : De distinctis sphaeris [Honorii Augustodunensis *Opera*, accurante Migne (*Patrologiæ latinæ* t. CLXXXII) col. 107].

(2) Honorii Augustodunensis *Op. laud.*, cap. XXVI : Planetæ quo vadunt ; *loc. cit.*, col. 108.

(3) Le texte dit : *contra firmamentum* ; le contexte exige *cum firmamento*.

mais plus lent que ce dernier ; comme le Pseudo-Bède et comme Guillaume de Conches, il rejette cette doctrine.

Honorius connaît (1) l'existence de l'abside du Soleil ; il sait que ce point se trouve dans les Gémeaux, qu'il ne partage pas en deux arcs égaux la partie du Zodiaque qui se trouve en l'hémisphère boréal ; il sait qu'il en est de même des absides des autres planètes ; il en résulte que l'abside du Soleil ne coïncide pas avec le point solstitial ; notre auteur insiste avec minutie sur la distinction de ces deux points.

Honorius se livre (2) à une discussion assez confuse sur les circonstances où Vénus peut apparaître avant le lever ou disparaître après le coucher du Soleil ; il examine en particulier l'hypothèse où Vénus serait au-dessus du Soleil, bien qu'il ait déclaré que le Soleil occupait, parmi les planètes, le rang du milieu ; puis il ajoute : « Vénus est quelquefois, bien que rarement, au-dessus du Soleil. » Il est difficile, croyons-nous, de ne pas voir en cette phrase une allusion (3) à la théorie

(1) Honorii Augustodunensis *Op. laud.*, cap. XXXII : De Sole ascendente et quid efficiat; cap. XXXIII : In Ariete Sol multiplicat dies; *loc. cit.*, coll. 109-110.

(2) Honorii Augustodinensis, *Op. laud.*, cap. XXXVI : De Lucifero et Hespero ; *loc. cit.*, coll. 111-112.

(3) Il convient, d'ailleurs, d'être fort prudent avant d'affirmer qu'une phrase contient une allusion à cette théorie. Bède le Vénérable, par exemple, en ses deux ouvrages intitulés *De temporum ratione* et *De ratione computi*, parle des mouvements des planètes ; il répète textuellement ce qu'il a dit en son *De natura rerum* ; mais il y joint quelques lignes, qui sont, d'ailleurs, les mêmes en ces deux ouvrages ; en ces lignes on lit (*) : « *Mercurius perpetuo circa Solem discurrendo...* ». On pourrait de ces mots conclure que Bède faisait tourner Mercure autour du Soleil ; tout ce que nous savons des théories astronomiques de Bède et le contexte même démentiraient cette supposition ; les mots que nous venons de citer doivent s'interpréter comme l'affirmation que Mercure, en sa marche, demeure toujours *au voisinage* du Soleil.

(*) Bedæ Venerabilis *De temporum ratione liber*, cap. VIII, De hebdomada [Bedæ Venerabilis *Operum*, accurante Migne, tomus I (*Patrologiæ latinæ*, t. XV) col. 128] ; Venerabilis Bedae *De ratione computi liber*, cap. V : De hebdomada et septem planetis ; *loc. cit.*, col. 585.

d'Héraclide du Pont, si formellement admise par Scot Érigène, par le Pseudo-Bède et par Guillaume de Conches. Cette théorie paraît avoir compté de nombreux partisans durant le temps qui s'est écoulé depuis le règne de Charles le Chauve jusqu'au milieu du XIIe siècle.

IX

LA FORTUNE DE L'HYPOTHÈSE D'HÉRACLIDE DU PONT DEPUIS LE XIIe SIÈCLE JUSQU'AU TEMPS DE LA RENAISSANCE

Exposée par Chalcidius, par Martianus Capella, par Macrobe, la théorie des planètes imaginée par Héraclide du Pont a rencontré une singulière faveur auprès des platoniciens qui ont illustré l'ancienne Scolastique ; Jean Scot Érigène, le Pseudo-Bède, Guillaume de Conches et, peut-être, Honoré d'Autun l'ont adoptée ; ils ont fait de Mercure et de Vénus les satellites du Soleil ; plus audacieux, l'Érigène a attribué ce rôle même à Mars et à Jupiter.

Mais au temps même où écrivait Guillaume de Conches, les docteurs de la Chrétienté latine commencèrent d'avoir communication de la Science arabe et, par elle, de la Science hellène ; les deux grands systèmes qui, en ces sciences, se disputaient l'empire de l'Astronomie leur furent successivement révélés ; ils y virent des théories poussées jusqu'à l'explication détaillée des phénomènes et, en la doctrine de Ptolémée, une théorie conduite jusqu'à la prévision numérique minutieuse des phénomènes. Simple vue de l'esprit, qu'aucun géomètre n'avait précisée ni détaillée, la géniale hypothèse d'Héraclide ne pouvait prétendre à garder, en l'attention des physiciens, une place que

réclamaient à juste titre des systèmes scientifiques plus parfaits ; elle tomba dans l'oubli.

Cet oubli a été très grand, sans être, cependant, absolu ; de temps en temps, de Guillaume de Conches à Copernic, on a vu surgir un faible ressouvenir de l'hypothèse d'Héraclide du Pont ; parfois, ce ressouvenir était ramené au jour par quelque érudit, curieux des propos anciennement tenus ; parfois, il était pieusement gardé en quelqu'un de ces écrits routiniers qui semblent faits pour collectionner des idées mortes ; mais la providentielle mission de tels écrits est, bien souvent, de conserver les pensées momentanément démodées, graines à l'état de vie latente auxquelles, un jour, des circonstances favorables feront produire une nouvelle végétation.

Puisque la théorie d'Héraclide du Pont va être délaissée par le grand courant de la Science astronomique, puisque, pendant plusieurs siècles, les discussions agitées entre doctes ne prêteront plus aucune attention à cette hypothèse, il sera peut-être bon de réunir ici quelques-unes des allusions par lesquelles elle a été, cependant, sauvée du complet oubli.

La première mention de cette hypothèse que nous ayons à rapporter soulève un problème bien intéressant.

Au milieu du XIIe siècle, nous le verrons au prochain Chapitre, de nombreux traducteurs commencent à recueillir des Arabes les reliques de la Science hellène et à les transmettre aux Latins. Parmi les Latins, les plus avides à recueillir ces documents nouveaux paraissent être les maîtres de l'École de Chartres, les Thierry, les Bernard Silvestre, les docteurs qui vivent au temps de Guillaume de Conches et qui sont plongés dans le même courant de pensées que ce dernier ; entre les collèges de traducteurs qui alimentent ainsi la Scolastique française à l'aide des œuvres conservées par les Musulmans, l'un des plus importants siège à Tolède.

A ce courant qui porte de Tolède vers Chartres et vers Paris la pensée aristotélicienne ou ptoléméenne gardée ou commentée par les Arabes, ne faut-il pas adjoindre un contre-courant qui rapporterait à Tolède la pensée platonicienne développée par les écolâtres de Paris et de Chartres ? L'influence de la Science islamique sur la Scolastique latine n'a-t-elle pas eu pour contre-partie une influence de la Scolastique latine sur la Science islamique ? La supposition n'est pas invraisemblable ; elle paraît même extrêmement naturelle. Elle expliquerait peut-être comment l'Astronomie musulmane, qui semblait jusqu'alors entièrement ignorante de l'hypothèse d'Héraclide du Pont, y a prêté quelque attention, vers le milieu du XIIe siècle, en un écrit d'Aben Ezra.

Le rabbin Abraham Aben Ezra, né à Tolède en 1119, mourut en 1175. Astronome, astrologue, philosophe, exégète, médecin, poète, grammairien, il fut un des chefs de la Kabbale ; sa réputation, que consacrèrent les surnoms de Sage et d'Admirable, fut extrême.

En un de ses livres d'Astrologie, le *Liber rationum* (1), Aben Ezra s'exprime en ces termes :

« Ce n'est pas une mince discorde entre les savants que de savoir si Vénus et Mercure sont au-dessus ou au-dessous du Soleil. Une cause de cette discussion est la suivante : il n'arrive pas que l'on voie ces astres lorsqu'ils passent devant le Soleil. Une autre cause est

(1) Abrahæ Avenaris Judei *Astrologi peritissimi in re judiciali opera : ab excellentissimo Philosopho* Petro de Abano *post accuratam castigationem in latinum traducta. Introductorium quod dicitur principium sapientiæ. Liber rationum. Liber nativitatum et revolutionum earum. Liber interrogationum. Liber electionum. Liber luminarium et est de cognitione diei critici seu de cognitione cause crisis. Liber coniunctionum planetarum et revolutionum annorum mundi qui dicitur de mundo vel seculo. Tractatus insuper particulares eiusdem* Abrahe. *Liber de consuetudinibus in iudiciis astrorum et est centiloquium* Bethen *admodum. Eiusdem de horis planetarum.* Colophon : Explicit de horis planetarum bethen. Ex officina Petri Liechtenstein. Venetiis, Anno Domini 1507. *Liber rationum*, fol. XXXIIII, col. a.

celle-ci : ces trois astres ont des excentriques égaux. Mais à mon avis, les deux propositions sont également vraies ; ces planètes sont tantôt au-dessus du Soleil et tantôt au-dessous ; vous auriez besoin, à ce sujet, d'une longue explication. »

Cette explication, Aben Ezra ne la donne pas, d'ailleurs, à son lecteur ; celui-ci, cependant, aurait le droit d'être embarrassé par les perpétuelles variations du savant rabbin. En son *Liber luminarium* (1), Abraham place le Soleil en la seconde sphère, c'est-à-dire qu'il met Mercure et Vénus au-dessus de cet astre ; en maintes autres circonstances, conformément aux théories de Ptolémée, il met Vénus et Mercure entre la Lune et le Soleil.

Nous avons parlé, il y a un instant, de livres routiniers ; il serait difficile d'en trouver un qui le fût à plus haut point que le *De proprietatibus rerum* écrit par Bartholomæus Anglicus, autrement dit par le Franciscain Barthélemy de Glanville.

Le traité de Barthélemy de Glanville procède, comme les *Étymologies* d'Isidore de Séville, comme le *De universo* de Raban Maur, du désir de produire une encyclopédie ; et en effet, il n'est guère de science, sacrée ou profane, dont il ne soit parlé en quelqu'un des dix-neuf livres du *De proprietatibus rerum*.

Notre Frère Mineur ne se pique aucunement, d'ailleurs, d'originalité ; chacun de ses chapitres est formé par une suite de propositions, et chaque proposition reproduit ou résume l'avis d'un auteur qui est scrupuleusement nommé ; ainsi fera, peu après Barthélemy de Glanville, le Dominicain Vincent de Beauvais, lorsqu'il composera son célèbre *Speculum triplex*.

La liste des auteurs qui seront cités dans l'ouvrage est donnée en tête ; parmi ces auteurs, les plus récents

(1) *Liber luminarium*, cap. I, fol. LXXI, col. c.

sont Michel Scot et Robert de Lincoln ; on en peut conclure que le *De proprietatibus rerum* n'a pu précéder de beaucoup le milieu du XIIIe siècle.

D'autre part (1), cet ouvrage est cité en une chronique que le Franciscain Salimbeni de Parme a composée en 1283 ; il en existe des copies manuscrites datées les unes de 1296, les autres de 1300 ; on le vendait à Paris en 1300, en 1303. On peut donc croire que Barthélemy de Glanville a compilé son encyclopédie entre l'an 1250 et l'an 1275, au temps même où florissait Albert le Grand.

Or le *De proprietatibus rerum* ne semble aucunement être un livre de cette époque ; on le croirait écrit au moins un siècle plus tôt, par quelque écolier de Guillaume de Conches et de Gilbert de la Porrée qui, d'ailleurs, y sont tous deux cités, ainsi que Johannitius et Constantin l'Africain.

Compilation médiocre, sans idée, sans unité, sans critique, mais compilation où beaucoup de sentences *de omni re scibili* sont réunies en un unique volume, le *De proprietatibus rerum* présentait tous les caractères qui assurent à un livre un grand succès.

Ce succès fut prodigieux. Aujourd'hui encore, il n'est guère de bibliothèque publique qui ne possède une ou plusieurs copies manuscrites du traité de *Bartholomæus Anglicus*, témoins fidèles de la diffusion extrême que ce livre eut au Moyen Age.

Cette diffusion eût connu des limites si l'ouvrage fût demeuré en latin ; on le traduisit donc en divers idiomes vulgaires ; les Français purent lire *Le propriétaire des choses*, que Jean Corbichon, ermite de Saint-Augustin, traduisit sur l'ordre de Charles V ; aux Espagnols,

(1) Ces renseignements sont extraits de : Sbaralea, *Supplementum et castigatio ad Scriptores trium ordinum S. Francisci*. Ed. nova, Romæ MCMVIII, Pars I, pp. 120-122 (art. : *Bartholomæus Glaunvillus)*.

Vincent de Burgos donna le *Libro de proprietatibus rerum* en romance (vieil espagnol) ; les Anglais eux-mêmes eurent en leur langue l'écrit de leur compatriote.

L'imprimerie naissante s'empara du traité de Barthélemy de Glanville et le répandit à profusion. En l'an 1500, on pouvait déjà compter seize éditions du texte latin, neuf de la traduction française, trois de la traduction romance, une de la traduction anglaise.

Cette vogue extraordinaire se prolongea, d'ailleurs, au delà de toute durée vraisemblable, puisqu'en 1601 on imprimait encore, à Francfort, une édition de ce *De proprietatibus rerum* qui, en l'an 1250, pouvait déjà être regardé comme fort arriéré et fort mal informé de l'état de la Science.

Bien informé, à cette époque, des choses de l'Astronomie, Barthélemy de Glanville eût hésité, sans doute, entre la théorie des planètes d'Alpetragius et celle de Ptolémée, tandis qu'assurément, il n'eût fait aucune allusion à l'hypothèse d'Héraclide du Pont ; mais sa routine ne lit ni Alpetragius ni l'Almageste ; c'est à Macrobe et à Martianus Capella qu'il continue, comme les écolâtres du XIIe siècle, d'emprunter ses connaissances astronomiques ; aussi recueille-t-il, touchant les mouvements de Vénus et de Mercure, la supposition imaginée par Héraclide ; et la prodigieuse fortune du *De proprietatibus rerum* sauvera désormais cette supposition du complet oubli.

« Lorsque Vénus est plus distante de la Terre que Mercure, dit Macrobe, elle se meut plus lentement que lui ; au contraire, lorsqu'elle est au-dessous de Mercure, elle se meut plus vite que lui. » Telle est l'allusion contenue au chapitre (1) que le *De proprietatibus rerum* consacre à Vénus. Nous en trouvons une autre au

(1) *Liber de proprietatibus rerum* Bartholomæi Anglici ; lib. VIII, cap. XXVI : De Venere.

chapitre (1) qui traite de Mercure : « En la partie supérieure de son cercle, il se conjoint à Vénus et, en la partie inférieure, il s'unit au Soleil ; de plus, en sa partie supérieure, son cercle pénètre le cercle de Vénus et, en sa partie inférieure, le cercle du Soleil. » C'est un souvenir de Guillaume de Conches que nous reconnaissons en ces lignes.

En la personne de Pierre d'Abano ou de Padoue, l'Université de Padoue nous offre, au début du XIVe siècle, un érudit curieux de recueillir, sur toutes les questions scientifiques ou médicales, les avis des auteurs les plus divers ; parmi les compilations de Pierre de Padoue se trouve un *Lucidator Astrologiæ*, écrit en 1310, et dont la Bibliothèque nationale possède une fort mauvaise copie manuscrite (2).

Nous aurons occasion, en étudiant les progrès de l'Astronomie à l'École de Padoue, de parler longuement de cet ouvrage. Pour le moment, nous nous arrêterons seulement à ce qu'il dit des mouvements de Vénus et de Mercure.

Après avoir exposé l'opinion qui met Mercure et Vénus entre la Lune et le Soleil, et l'opinion qui place ces deux planètes au-dessus du Soleil, Pierre d'Abano poursuit en ces termes (3) :

« Certains astronomes ont tenu une sorte de voie intermédiaire ; ils ont placé Mercure et Vénus tantôt au-dessus du Soleil et tantôt au-dessous. Parmi eux, il en est qui ont démontré ce mouvement sans recourir aux épicycles et en se servant seulement d'excentriques qui se coupent ; c'est ce qu'indique Macrobe en son *Commentaire au Songe de Scipion*. En sorte que lorsque Vénus et Mercure parcourent les parties supé-

(1) *Liber de proprietatibus rerum* Bartholomæi Anglici ; lib. VIII, cap. XXVIII : De Mercurio.

(2) Bibliothèque nationale, fonds latin, ms. n° 2598.

(3) Ms. cit., fol. 120, col. a.

rieures de leurs cercles respectifs, on doit les regarder comme placés au-dessus du Soleil ; lorsqu'au contraire, ces planètes décrivent les parties inférieures de ces mêmes cercles, on doit estimer que le Soleil se trouve au-dessus d'elles. La figure que voici le montre évidemment. »

Pierre d'Abano traçait, en cet endroit, une figure non reproduite par le manuscrit que nous avons eu entre les mains. « D'autres, disait-il ensuite, parmi ceux qui admettent cette sorte d'ordre intermédiaire, l'exposaient, je pense, non seulement au moyen d'excentriques, mais encore au moyen d'épicycles, car ils ont coutume d'user de ces deux sortes de cercles. » Parmi ceux qui devaient, en l'hypothèse d'Héraclide du Pont, introduire à la fois des excentriques et des épicycles, Pierre de Padoue range Abraham Aben Ezra, dont il connaissait bien l'avis, puisqu'il avait traduit le *Liber rationum*. Pierre d'Abano cite, d'ailleurs, les termes mêmes où le célèbre rabbin exprime cet avis ; qu'en ces termes, que nous avons reproduits, on puisse deviner le détail des agencements d'excentriques et d'épicycles qu'Aben Ezra avait peut-être imaginés, cela nous paraît fort contestable. Pierre d'Abano, cependant, avait cru y parvenir : « Moi, Pierre de Padoue, dit-il (1), j'ai imaginé en cette sorte la configuration de ces cercles. » Malheureusement, le copiste ne nous a pas conservé la figure tracée par l'auteur.

Pierre d'Abano fait d'ailleurs remarquer combien Abraham Aben Ezra a émis, en ses divers écrits, d'opinions différentes touchant les mouvements de Mercure et de Vénus.

« La supposition de Macrobe, ajoute-t-il (2), ne saurait tenir ; elle néglige, en effet, les épicycles et, hors

(1) Ms. cit., fol. 120, col. b.
(2) Ms. cit., fol. 121, coll. a et b.

l'usage de ces cercles, les apparences ne peuvent être sauvées, comme nous l'avons vu en notre troisième différence ; elle confond entre eux complètement les divers orbes de ces planètes, à l'exception de trois de ces orbes. Pour la même raison, je ne saurais admettre l'opinion d'Abraham, bien qu'elle offre quelque apparence de vérité. »

Les écrits de Pierre d'Abano étaient certainement lus et médités à Paris, au XIVe siècle ; à cette epoque, Jean de Jandun complétait le commentaire aux *Problèmes* d'Aristote composé par le médecin padouan ; c'est peut-être l'influence du passage que nous venons de citer qui marque sa trace en une page que nous allons décrire.

Cette page se trouve en un manuscrit (1) où sont réunis plusieurs traités d'astronomes qui ont illustré l'École de Paris en la première moitié du XIVe siècle : Jean des Linières, Jean de Meurs, Léon le Juif (Lévi ben Gerson), Firmin de Belleval ; le manuscrit est, lui-même, du XIVe siècle. En ce manuscrit, un certain nombre de feuillets (2) sont occupés par des figures destinées à illustrer certains chapitres de la théorie des planètes ; le recto du premier de ces feuillets, par exemple, présente certains dessins qui ont trait à la théorie du Soleil ; tous les feuillets de ce même groupe, à partir du second, sont consacrés à la théorie de la Lune.

Au verso du premier feuillet, sont deux figures très remarquables consacrées à la théorie qui fait de Vénus et de Mercure des satellites du Soleil.

La première figure (fig. 1) nous représente un orbe excentrique au Monde, que comprennent deux surfaces sphériques concentriques entre elles ; cette représentation est donc conçue sur le modèle des agencements

(1) Bibliothèque nationale, fonds latin, ms. n° 7378 A.
(2) Ms. cit., fol. 77, r°, à fol. 82, v°.

d'orbes solides qu'avait imaginés Ibn al Haîtham (Al Hazen) ; au XIVe siècle, nous le verrons, ces agencements étaient très généralement reçus à Paris.

C'est à l'intérieur de cet orbe excentrique que vont

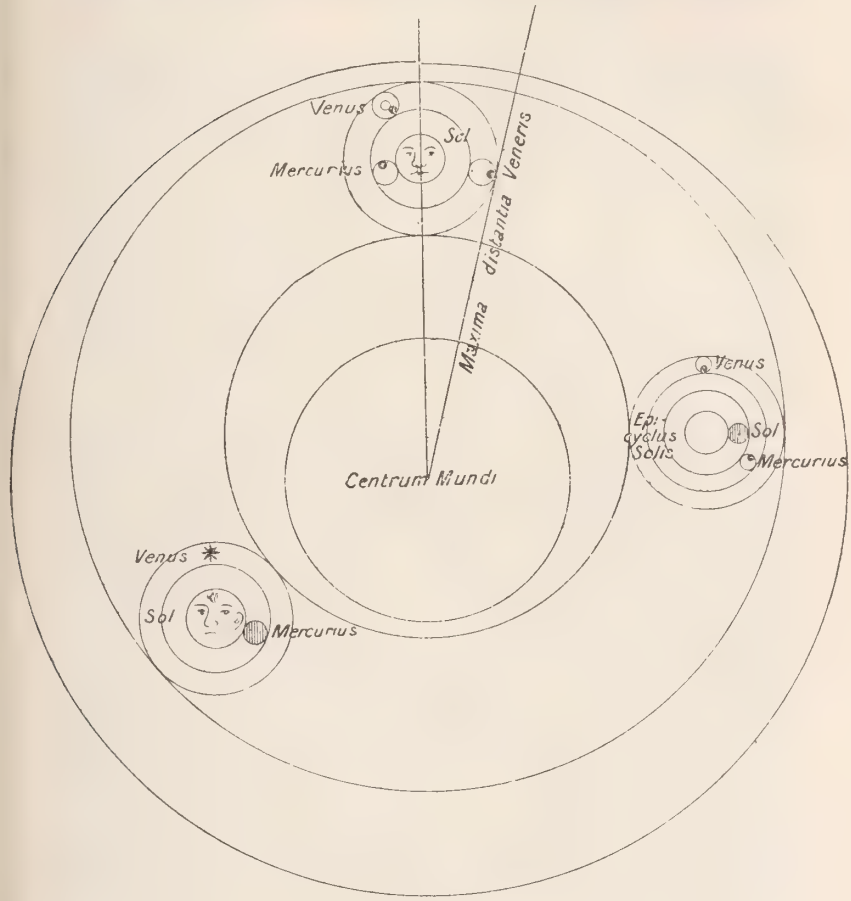


Fig. 1.

se mouvoir le Soleil, Mercure et Vénus ; mais l'auteur du dessin conçoit comme possibles trois combinaisons différentes, auxquelles correspondent trois figures.

La figure qui se trouve en bas et à gauche correspond à la disposition la plus simple. Le corps du Soleil est seulement entraîné par l'orbe excentrique dont nous

venons de parler ; ce corps est entouré de deux orbes qui lui sont concentriques et qui sont donc disposés comme les sphères épicycles dans les modèles d'Ibn al Haïtham : la sphère épicycle qui est contiguë au corps du Soleil porte Mercure ; Vénus est entraînée par la sphère épicycle extérieure.

En haut, un second dessin représente une disposition plus compliquée ; le corps du Soleil est encore entouré par deux orbes qui lui sont concentriques, mais ces orbes n'entraînent plus directement l'un le corps de Mercure, l'autre le corps de Vénus ; chacun d'eux entraîne une sphère qui tourne sur elle-même en entraînant la planète ; Vénus et Mercure décrivent donc l'un et l'autre un épicycle d'épicycle autour du centre du Soleil, tandis que ce centre décrit lui-même un cercle excentrique à la Terre.

Il est piquant de remarquer que cette combinaison cinématique, imaginée au XIVe siècle par notre dessinateur anonyme, est semblable de tout point à celle que Copernic agencera pour représenter le mouvement de la Lune ; en effet, selon le réformateur de l'Astronomie, la Lune décrira, autour du centre de la Terre, un épicycle d'épicycle, tandis que le centre de la Terre décrira un cercle excentrique au Soleil.

Une troisième disposition, encore plus compliquée, est représentée en bas et à droite par notre auteur. En cette troisième disposition, le grand orbe excentrique entraîne un orbe épicycle qui contient le corps du Soleil ; c'est autour du centre de cet épicycle du Soleil, et non plus autour du centre même de l'astre, que tournent les orbes épicycles de Mercure et de Vénus ; en chacun de ces orbes épicycles, d'ailleurs, la planète est enchâssée en une sphère épicycle d'épicycle.

Notre dessinateur a souvenir du célèbre théorème qu'admirait Hipparque, car, à côté de la troisième figure, il a écrit la remarque suivante : « Si l'on imagine qu'il en soit ainsi, il ne faut pas que le Soleil ait

un orbe excentrique ; l'éloignement et l'approche de cet astre se font par le seul épicycle. » La théorie du Soleil, de Vénus et de Mercure se réduirait alors à celle qu'ont décrite Adraste d'Aphrodisias et Théon de Smyrne.

La figure entière, d'ailleurs, est dominée par une réflexion presque effacée et dont nous transcrivons ici ce qu'il nous a été possible de déchiffrer :

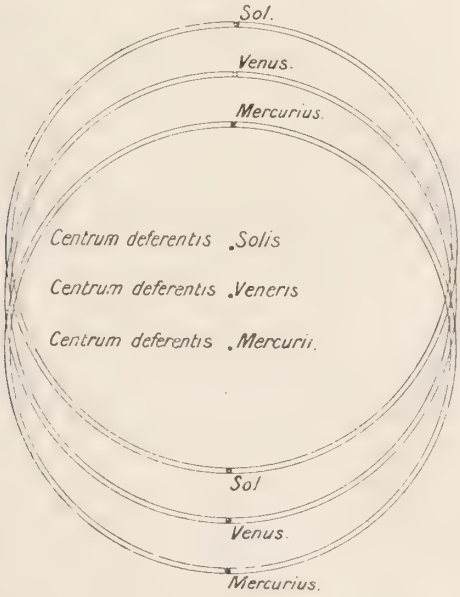


Fig. 2.

« *Et sic* (?) *videtur* (?) *dictum quorundam qui dicunt Venerem aliquando esse supra Solem, et Mercurium* [*supra Solem*], *et Venerem supra Mercurium, et econverso. Potest salvari talis motus per epiciclos et prima scilicet est ymaginatio... Mercurium...* »

Guillaume de Conches, lorsqu'il décrivait, à l'imitation de Macrobe, l'hypothèse d'Héraclide du Pont, ne faisait pas intervenir d'épicycles ; il ne parlait que d'excentriques entrecroisés. Ce qu'il imaginait nous est représenté, en une nouvelle figure (fig. 2), par notre

dessinateur anonyme ; le Soleil, Mercure et Vénus y parcourent trois déférents égaux, excentriques au Monde, et ayant des centres différents ; d'ailleurs, en cette figure, une erreur manifeste a permuté les rangs qu'il convient d'assigner à Mercure et à Vénus si l'on veut garder l'accord avec la figure précédente.

Après cette curieuse page de dessins, le Moyen Age ne fournit plus, du moins à notre connaissance, aucune allusion à l'hypothèse d'Héraclide du Pont. Mais à la fin du XVe siècle, nous la trouvons de nouveau mentionnée en un écrit qui eut, au temps de la Renaissance, une très grande vogue ; nous voulons parler de la *Discussion contre les astrologues* composée par Jean Pic de la Mirandole (1).

Cette mention, il est vrai, est brève au point d'être, par elle-même, peu intelligible : « Aben Ezra, écrit Jean Pic (2), place en une même sphère le Soleil, Vénus et Mercure ; ils ne sont séparés, selon lui, que par la position de leurs épicycles. »

Si concise que soit cette indication, elle nous montre toutefois qu'on lisait Aben Ezra au temps où Pic de la Mirandole écrivait.

Ainsi donc, aux siècles-mêmes où l'Astronomie de Ptolémée, en dépit des retours offensifs incessants de la théorie des sphères homocentriques, parvenait au plus haut degré de son triomphe, l'hypothèse d'Héraclide du Pont continuait, parfois, à solliciter l'attention des esprits curieux ; elle les prédisposait à accueillir favorablement la révolution Copernicaine.

PIERRE DUHEM.

(1) Joannis Pici Mirandulae Concordiae Comitis *Disputationes adversus astrologos*. Cette pièce se trouve insérée dans les diverses éditions des : Joannis Pici Mirandulae *Opera omnia*, dont les trois premières furent données en 1486, 1496 et 1498. Elle a été également imprimée à part, en 1495 à Bologne, par Benedictus Hectoris Bononiensis.

(2) Joannis Pici Mirandulae *Disputationum adversus astrologos* lib. III, cap. IX.

LA PHOTOGRAPHIE

A TRAVERS

LES CORPS OPAQUES [1]

Voici une petite aventure assez banale qui arrive une fois ou l'autre à tout amateur photographe. Un groupe d'amis est artistement disposé devant l'objectif, on prononce le solennel : « Ne bougeons plus ! » le déclic de l'obturateur se fait régulièrement entendre, on escompte un cliché superbe. Hélas ! l'opérateur a oublié d'ouvrir le châssis et le petit rideau de bois intercepte si bien la lumière que la plaque traitée par le révélateur le plus actif reste désespérément blanche.

Il n'est d'ailleurs pas besoin de rideau de bois ; une simple feuille de papier noir, d'une fraction de millimètre d'épaisseur, suffit à protéger la plaque sensible contre les radiations actiniques du spectre, et c'est fort heureux pour les photographes.

Mais il est d'autres radiations que celles émises par le Soleil, et certaines d'entre elles, qui jouissent de la propriété de réduire les sels d'argent, ne se laissent arrêter ni par une feuille de papier, ni par un volet en bois, ni même par un rideau métallique. Grâce à ces nouvelles radiations on peut découvrir, au moyen de la plaque sensible, les détails d'objets masqués à nos yeux.

(1) Conférence faite à l'Assemblée générale de la Société scientifique, le 6 avril 1910.

C'est en 1895 que Röntgen fit sa sensationnelle découverte. Il peut sembler oiseux d'y revenir. Le mot de La Bruyère: « tout est dit et l'on vient trop tard », semble devoir s'appliquer au sujet que je me propose d'exposer; cependant, dans ces dernières années, la *radiographie* — c'est ainsi que l'on appelle la méthode de documentation graphique basée sur l'action des rayons X sur les sels d'argent — a fait de tels progrès, qu'il m'a semblé intéressant de présenter une vue d'ensemble sur ce qu'elle peut donner aujourd'hui.

Les rayons X traversent les corps opaques à la lumière solaire, mais ils les traversent plus ou moins bien. L'opacité spécifique des corps simples aux rayons X est une fonction déterminée de leur poids atomique.

Les corps simples se divisent en métalloïdes et métaux. Certains métalloïdes, tels que le carbone, l'hydrogène, l'oxygène, l'azote, se laissent aisément traverser par les rayons X. D'autres, tels que le chlore, le brome, l'iode, le soufre, le phosphore, l'arsenic, pour ne citer que les principaux, arrêtent les rayons X. L'opacité dépend de la masse et non de l'état physique du corps solide, liquide ou gazeux.

Les métaux *courants* sont pour la plupart fortement opaques aux rayons X ; seul, l'aluminium présente une transparence telle qu'on peut radiographier aussi facilement à travers une mince lame d'aluminium qu'à travers un morceau de bois.

Les substances organiques, qui sont composées de carbone, d'hydrogène, d'oxygène, d'azote, se laissent aisément traverser. Cependant l'addition de métalloïdes tels que le soufre, le phosphore, l'iode, de métaux tels que le calcium donne à la combinaison une opacité plus ou moins grande. Les chairs, la graisse sont donc aisément traversées par les rayons X, que les os au contraire arrêtent.

ASPECT DE LA MAIN RADIOGRAPHIÉE A DIFFÉRENTS AGES

3 ans. 6 ans. 5 ans 6 mois (1).

14 ans. 17 ans 6 mois.

(1) L'ossification est notablement plus avancée que dans la figure précédente obtenue chez un enfant plus âgé ; cette anomalie est fréquente. Les petits os du poignet se développent chez un même sujet dans un ordre régulier ; mais si l'on compare différents sujets on observe souvent des retards d'ossification.

PLANCHE II.

Cas d'ectrodactylie complète chez un jeune enfant.
Les métacarpiens, sauf celui du pouce et celui correspondant au 5e doigt existent à l'état rudimentaire. Pas de phalanges, sauf dans le pouce.

Main droite. Vue palmaire.
Ectrodactylie partielle : le pouce et le petit doigt sont seuls complets.

PLANCHE IV.

Polydactylie : deux métacarpiens semblent soudés et fournissent deux articulations pour les os des deux pouces.

Cas de syndactylie (soudure des doigts).
Radiographie obtenue sur la personne dont les pieds sont représentés planche XIV.

PLANCHE VI.

Vue latérale interne d'un coude normal.

L'humérus, os du bras, donne une image complexe due à la superposition des massifs osseux qui constituent son extrémité inférieure. Le cubitus est le plus gros des deux os de l'avant-bras. L'olécrane est nettement visible, l'apophyse coronoïde qui complète le crochet par lequel le cubitus s'articule à l'humérus est également visible, mais recouvert par l'ombre de la tête du radius, qui s'articule avec la portion externe de l'humérus.

Vue latérale interne d'un coude gauche, fracture de l'olécrane.
Les détails de structure de l'extrémité inférieure de l'humérus sont bien visibles, mais la particularité intéressante consiste dans la séparation de l'olécrane avec le reste de l'os.

PLANCHE VIII.

Vue latérale interne d'un coude droit, luxation du coude.

On voit très nettement le crochet que forme le cubitus ; le radius apparait au-dessus du cubitus le recouvrant seulement dans une légère partie. Les rapports normaux des surfaces articulaires de l'avant-bras et du bras sont détruits, ce déplacement constitue la luxation.

La radiographie devient une intéressante méthode d'analyse, ainsi qu'on peut en juger par l'application qui en a été faite aux bijoux. L'alumine cristallisée employée en joaillerie sous les noms de corindon, rubis, saphir, émeraude, topaze, œil-de-chat, est transparente aux rayons X, de même que le phosphate d'aluminium qui constitue la turquoise. Le diamant, qui est du carbone pur, se laisse traverser aussi aisément que le bois, il ne laisse pas de trace sur la plaque, la monture métallique apparaît seule.

Tout autre est l'aspect des radiographies de bijoux portant des pierres artificielles. Le verre plombeux, qui constitue le « strass », arrête en effet les rayons X et son image se traduit sur le positif par une ombre très dense. C'est là un moyen de différenciation aussi précis que rapide.

Les perles fines vraies donnent une ombre plus forte que les imitations du commerce, constituées par des globules soufflés à la lampe d'émailleur avec des verres opalins.

Le jais, qui est une matière fossile d'origine végétale, se laisse, tout comme le diamant, traverser par les rayons X. Ce produit fut jadis fort en vogue. De nos jours, les bijoux livrés sous le nom de jais sont souvent en verre noir coulé ou taillé ; l'Allemagne exporte des articles de deuil en fonte de fer très bien moulée. Il est donc facile de dépister la fraude et de savoir si l'on a affaire à du jais naturel, toujours transparent, ou artificiel, souvent opaque.

Si ce mode d'expertise se vulgarisait, il serait très facile de donner, par exemple, aux perles fines fausses l'opacité que présentent les vraies ; mais il n'est guère possible de rendre transparent un corps qui ne l'est pas, et la méthode ne semble pas sujette à caution en ce qui concerne les diamants, corindons, rubis, etc...

La transparence ou l'opacité d'un corps aux rayons X

permet dans une certaine mesure d'apprécier la nature de sa constitution. Mais il faut opérer dans des conditions de technique exactement déterminées, car ni la transparence ni l'opacité ne sont absolues.

L'opacité n'est pas absolue.

Si l'on place des pièces de monnaie sur une plaque sensible exposée aux rayons X, le métal arrête une partie des rayons, mais il ne les arrête pas tous, et, en prolongeant la pose, on obtient un cliché où l'on trouve le sel d'argent plus ou moins réduit malgré la présence des corps métalliques. Bien plus, étant donnée l'existence de parties en relief ou en creux, on constate que la réduction du sel d'argent est plus ou moins intense suivant l'épaisseur de la pièce au point considéré, si bien que l'on obtient, par la radiographie, une reproduction des détails qui n'est pas loin d'égaler, dans certaines épreuves, la finesse que l'on obtiendrait en photographiant la pièce avec un objectif. L'image radiographique présente cependant un aspect particulier dû à la superposition des images du côté pile et du côté face de la pièce.

Cet exemple est particulièrement intéressant, car il montre la possibilité d'obtenir des détails en radiographiant des corps même opaques aux rayons X. On a donc préconisé la radiographie pour rechercher des défauts dans les pièces métalliques ; cette application, théoriquement possible, paraît assez difficilement réalisable en pratique, sauf pour des objets relativement minces, et il ne semble guère à conseiller de faire radiographier une serrure ou une montre pour reconnaître la blessure ou le déplacement d'un de ses organes.

Quand on s'adresse à des corps moins opaques que les objets métalliques, les différences d'épaisseur qui constituent les variations de leur relief sont parfaitement visibles en radiographie. C'est ainsi que l'on dis-

tingue admirablement les détails de structure osseuse dus à des différences de densité du tissu. Si deux os sont superposés on les verra tous deux, car l'ombre sera plus forte dans les points où l'on observera cette superposition.

Il est donc possible de découvrir, à l'intérieur d'un contenant opaque, un contenu dont la silhouette est visible grâce au renforcement de l'opacité en un point. Il faut toutefois une certaine proportionnalité entre les opacités relatives du contenant et du contenu ; une paroi métallique masque l'ombre d'un fragment de carbonate de chaux, mais une paroi de carbonate de chaux laissera voir l'ombre d'un objet métallique ou de tout corps dont le coefficient d'opacité est, sinon supérieur, tout au moins égal au sien.

Voici une intéressante application industrielle des rayons X qui confirme ce principe.

Un certain nombre de mollusques renferment dans leurs valves des globules de carbonate de chaux unis à une faible proportion de matière organique. Ces concrétions sont connues sous le nom de perles fines. On peut en trouver dans les moules, et certains pêcheurs anglais recueillent à marée basse ces mollusques, les cuisent, en font une bouillie lavée ensuite à grande eau pour que les perles se déposent au fond des récipients où on les recueille. Les perles d'Europe ont peu de valeur. Celles qui sont recherchées pour leur volume et la beauté de leur orient sont trouvées dans les huîtres pêchées dans le golfe Persique et dans les parages de Ceylan, par des plongeurs dont on connaît la hardiesse et l'endurance. Ce n'est pas tout de pêcher les huîtres, il faut recueillir les perles, travail pénible qui entraînait jadis un gaspillage considérable de mollusques et imposait aux chercheurs une besogne malsaine. Toutes les huîtres étaient ouvertes et amoncelées dans des bacs où on les laissait pourrir. On lavait ensuite

les coquilles à l'eau de mer pour en détacher les lambeaux adhérents; c'est dans ces détritus que l'on recherchait les perles. En 1901, Raphaël Dubois montra que la radiographie permettait de localiser une perle dans une huître, et son procédé fut appliqué à Ceylan. Les huîtres pêchées sont rangées sur des casiers et radiographiées. On en examine ainsi un grand nombre par minute. Celles qui contiennent de belles perles sont sacrifiées sur-le-champ ; celles qui en contiennent de petites sont parquées en nourrice, les autres sont rejetées à la mer. On évite ainsi des massacres inutiles, et l'on réduit au minimum le travail nauséabond de la recherche des perles au milieu de détritus en putréfaction.

Nous venons de voir qu'aucune corps n'est absolument opaque, ajoutons qu'aucun non plus n'est absolument transparent. Les corps perméables aux rayons X peuvent donner des ombres d'autant plus fortes qu'ils ont une épaisseur plus grande, et le tissu musculaire des régions charnues donne une opacité notable qui est parfois fort gênante.

La radiographie des corps perméables nécessite des poses courtes et l'emploi de rayons peu pénétrants (1). Tout le monde a vu la radiographie d'un porte-monnaie où l'on distingue non seulement le contenu métallique, mais aussi la silhouette du contenant et, dans une certaine mesure, le détail des pochettes, les différentes épaisseurs du cuir se traduisant par des ombres plus ou moins fortes.

La radiographie est donc une merveilleuse méthode d'analyse, elle permet, d'après le degré d'opacité ou de transparence, d'apprécier les variations d'épaisseur, de présumer la nature des corps et de reconnaître dans

(1) Si pour radiographier des échantillons de charbon, par exemple, on employait des rayons durs ou une pose prolongée, les impuretés seules seraient visibles, le charbon ne laisserait pas la moindre trace.

un tout l'existence de composants de densité variable. Elle a, de plus, l'avantage de respecter l'intégrité des objets examinés.

Le Musée de Vienne possédait une antiquité égyptienne, étiquetée « momie ». On dissertait sur la nature du contenu que recélaient les classiques bandelettes auxquelles on ne voulait pas toucher. Les rayons X montrèrent qu'il s'agissait d'un Ibis sacré embaumé et momifié.

On a préconisé les rayons X pour vérifier le contenu de certains envois postaux. Girard et Bordas ont montré qu'il était facile, par ce moyen, de découvrir les engins explosifs dissimulés dans des objets divers.

Veut-on vérifier si l'âme en cuivre d'un conducteur électrique est bien au centre, si l'isolement est bien réparti ? Les rayons X donnent toute garantie sur la conclusion de l'examen, et, dans cet ordre d'idées, on pourrait trouver des applications nombreuses. On a conseillé l'examen de certaines denrées alimentaires ; nombre de falsifications se font au moyen d'addition de matières minérales arrêtant les rayons X, à l'inverse des matières végétales qui se laissent traverser. En 1896 F. Ranwez, professeur à l'Université de Louvain, fit part à l'Académie des Sciences de ses recherches dans cette voie. Il montra que le safran pur laisse passer les rayons X tandis que le safran enrobé dans le sulfate de baryum les arrête.

Malgré les quelques applications qui viennent d'être signalées, l'emploi des rayons X ne s'est guère répandu dans le commerce ou l'industrie, tandis qu'il s'est généralisé en médecine et dans l'étude des sciences médicales.

L'exploration du corps humain aux rayons X peut être faite de deux manières. Les rayons X ont la propriété de réduire les sels d'argent, mais ils ont aussi le pouvoir de rendre luminescents certains corps tels que

le platinocyanure de baryum. Si la plaque photographique est remplacée par un écran fluorescent, on voit instantanément la silhouette des corps opaques aux rayons X, dont l'ombre apparaît par contraste au milieu de l'écran, vivement éclairé là où il reçoit directement les rayons X. Cette exploration à l'écran s'appelle un examen *radioscopique*, à l'inverse de l'exploration faite avec la plaque sensible, que l'on appelle examen *radiographique*. Ces deux méthodes ont leurs indications. La radioscopie est particulièrement employée pour l'étude des poumons, du cœur, de l'estomac. La radiographie semble supérieure dans l'étude des fractures et des lésions osseuses. Chaque fois qu'il y a un déplacement notable des os, la radioscopie donne un résultat suffisant et immédiat. Mais quand on veut obtenir des détails de structure osseuse, il est à conseiller de recourir à la radiographie qui fournit des images d'une netteté et d'une finesse que l'on ne peut obtenir dans l'examen à l'écran. La radiographie a de plus l'avantage d'être une méthode documentaire et elle nous permettra de montrer au lecteur ce que l'on voit aux rayons X, qu'il s'agisse d'étudier le squelette normal et pathologique, les parties molles, la forme et les rapports des organes creux, l'emplacement de corps étrangers.

Mais, avant d'aborder cette question, un mot de technique semble indispensable. Comment produit-on des rayons X ? Comment fait-on une radiographie ? Les rayons X sont-ils les seuls qui soient capables de traverser les corps opaques à la lumière solaire ? Tels sont les trois points qui vont être brièvement exposés avant d'arriver aux applications médicales.

1° Comment produit-on des rayons X ?

En faisant passer un courant électrique de haute tension dans un tube où l'on a fait le vide. Nous aurons

donc à considérer le générateur d'électricité et le générateur de rayons X.

Le générateur de rayons X est un tube de Crookes formé d'une ampoule de verre vide d'air et munie de deux électrodes : l'une, de forme concave est en aluminium, elle s'appelle *cathode*, on la réunit au pôle négatif du générateur électrique ; l'autre est constituée par une lame de platine inclinée à 45° sur l'axe de la précédente, on l'appelle *anode* ou *anticathode*, on la réunit au pôle positif. Les deux électrodes sont séparées par un espace de plusieurs centimètres. Il faut donc que le courant électrique puisse franchir cet obstacle. C'est la raison pour laquelle le générateur d'électricité doit fournir du courant de haute tension, tel que celui produit par une machine statique capable de donner de longues étincelles entre les boules réunies aux collecteurs. La machine statique donnant du courant de haute tension se présente, dès l'abord, comme le générateur idéal. Pourtant en raison du caprice bien connu des machines statiques, en raison aussi de leur volume et de leur prix élevé, quand elles possèdent les nombreux plateaux nécessaires pour obtenir un courant d'une intensité notable, le générateur d'électricité le plus employé est la bobine d'induction, qui, à première vue, paraît inutilisable, car si elle fournit du courant de haute tension, ce courant est *alternatif*, et la borne qui est positive au moment de la fermeture devient négative au moment de l'ouverture. Heureusement le courant de fermeture a une tension moindre que le courant d'ouverture, et il est relativement facile d'escamoter l'onde de fermeture et d'obtenir ainsi un courant toujours de même sens, quand le courant d'ouverture passe seul dans le circuit. La suppression complète de l'onde de fermeture est l'idéal qu'on s'efforce d'atteindre, en intercalant dans le circuit un appareil disposé de telle façon qu'il

oppose une grande résistance au courant de fermeture qui est le plus faible, et laisse passer facilement le courant de rupture, qui, plus énergique, est seul utilisé.

La soupape de Villard, qui est le type des dispositifs de ce genre, est un tube de Geissler dans lequel se trouvent : 1° une électrode à large surface constituée par un tire-bouchon d'aluminium enfermé dans la panse de l'appareil ; 2° une électrode à surface réduite, emprisonnée dans un tube étroit. Sachant que l'émission cathodique est proportionnelle à la surface génératrice et que, d'autre part, cette émission favorise le passage du courant, on comprend que la soupape oppose une résistance nulle quand le tire-bouchon en aluminium fonctionne comme cathode, tandis que la résistance est grande si la petite électrode fonctionne comme cathode. Il faut donc brancher la soupape de façon que le tire-bouchon d'aluminium soit relié à la borne qui est négative au moment de l'ouverture du courant. L'onde d'ouverture passe alors sans difficulté ; mais quand, au moment de la fermeture du courant, le tire-bouchon devient positif, la petite électrode devenant cathode, la résistance est trop grande pour une onde par ailleurs peu intense, et le courant ne passe pas. Grâce à la soupape on a donc du courant pratiquement de même sens lancé dans le tube générateur de rayons X, dont nous allons voir sommairement le mode de fonctionnement.

La cathode recevant le courant convenable émet les rayons normalement à sa surface ; ces rayons, dits *cathodiques*, sont convergents et le tube est construit de telle façon que le faisceau vienne frapper l'anticathode sur une surface aussi petite que possible. Les rayons X se forment au moment où le faisceau cathodique vient frapper l'anticathode, celle-ci est leur berceau, et les rayons cathodiques sont les pères des rayons X. Il faut savoir en outre que les tubes de Crookes

Vue latérale interne du coude gauche chez un enfant ; fracture juxta-épiphysaire de l'humérus.

Le cubitus et le radius conservent avec l'extrémité articulaire de l'humérus leurs rapports normaux, il n'y a donc pas de luxation. Mais l'humérus est fracturé et le fragment est déplacé en arrière.

PLANCHE X.

Vue postérieure d'une hanche gauche normale.

Cette radiographie donne des détails vraiment remarquables. On voit la tête fémorale dans la cavité cotyloïdienne, on distingue nettement le col fémoral dont le rebord supérieur se trouve en partie masqué par l'ombre du grand trochanter. Une ligne transversale réunit le grand et le petit trochanter, saillie que l'on voit en dessous du bord inférieur du col, c'est la ligne bitrochantérienne.

Vue latérale interne du pied droit.

L'articulation tibio-tarsienne est normale, mais on observe une fracture du 2e et du 3e métatarsien. L'ombre de ces deux os se recouvre en partie, mais il est relativement facile de reconstituer leur double silhouette. (Voir plus loin planche XIII).

PLANCHE XI.

PLANCHE XII.

Vue latérale externe du pied droit, fracture et luxation de l'articulation tibio-tarsienne. Derrière l'ombre du tibia on voit nettement le péroné qui est fracturé. Le fragment inférieur a conservé ses rapports normaux avec l'astragale, il est de même d'un fragment du tibia arraché à l'extrémité inférieure de l'os et bien visible derrière le péroné. L'astragale s'est porté en arrière compliquant ainsi la double fracture d'une luxation.

Vue plantaire du pied; fracture du 2e et du 3e métatarsien.
C'est une vue prise chez le blessé qui a fourni la vue latérale du pied de la planche XI.

PLANCHE XIV.

Vue plantaire des deux pieds : lésions considérables des métatarsiens anastomosés entre eux.
Anomalie des os des deux pouces.

Vue palmaire du poignet prise à travers un appareil plâtré. Fracture du radius. Les os et les espaces articulaires sont bien visibles ; on voit de plus les plis que forme la tarlatane et même le quadrillé de ce tissu rendu visible à cause du plâtre qui l'imprègne.

PLANCHE XVI.

Vue postérieure du membre supérieur gauche.

Avant-bras en pronation. Avant-bras en supination.

L'humérus est épaissi et l'on reconnaît fort bien l'os normal entouré d'une gangue de tissus dense d'origine périostée. La radiographie est prise chez un enfant, d'où l'aspect un peu spécial du coude qui n'est pas encore ossifié.

opposent au passage du courant un obstacle variable suivant leur degré de vide. Or, plus un tube est vide plus les rayons X qu'il fournit sont pénétrants. Des appareils spéciaux permettent de modifier en plus ou en moins le degré de vide des tubes, auxquels on fait donner ainsi, à volonté, soit des rayons peu pénétrants, quand on veut obtenir la silhouette d'objets peu opaques, soit des rayons très pénétrants quand on veut traverser des régions épaisses et peu transparentes. On apprécie le degré de pénétration des rayons au moyen d'appareils qu'il serait trop long de décrire ici, et l'on mesure l'intensité du rayonnement à l'aide d'un milliampèremètre branché sur le circuit. Toutes ces données sont indispensables à connaître pour faire de bonnes radiographies.

2° Comment fait-on une radiographie ?

Rien de plus simple quand on sait faire donner au tube le rayonnement que réclament la nature et l'épaisseur de l'objet étudié. Supposant donc le tube convenablement réglé, on le place au-dessus du corps à radiographier, posé lui-même sur une plaque sensible enveloppée dans un double papier noir qui la met à l'abri des rayons du spectre solaire, mais n'arrête pas le moins du monde les rayons X. Il suffit alors d'activer le tube durant le temps convenable, cette opération se passant en pleine lumière. L'image latente qui se forme durant l'exposition est ensuite développée par les moyens ordinaires. Pour faire de bonnes radiographies et éviter les sources d'erreur, il y a évidemment de multiples précautions à prendre ; mais ce sont là des questions de pure technique qui nous entraîneraient trop loin.

De même que la photographie ordinaire permet de montrer le relief des objets, la radiographie peut fournir des images stéréoscopiques, très instructives et très intéressantes. La technique est fort simple.

L'objet à radiographier est placé sur un châssis en

bois au-dessous duquel on peut, sans rien déplacer, glisser une plaque sensible. On fait une première image ; on enlève la plaque et on la remplace par une autre. Le tube est alors déplacé, vers la droite ou vers la gauche, d'une distance variable suivant l'épaisseur de la région et sa distance à l'anticathode, et on prend une seconde image. On a ainsi un couple stéréoscopique, les deux vues ayant été prises sous deux angles différents. Ces images stéréoscopiques ont une valeur documentaire considérable. Les radiographies de vaisseaux, dont on parlera plus loin, sont toutes prises en stéréoscopie : on voit ainsi les plans successifs dont on n'a aucune idée en regardant une radiographie simple : ici nombre de vaisseaux semblent s'anastomoser ; en stéréoscopie, au contraire, on les voit dans des plans différents.

3° Les rayons X sont-ils les seuls capables de traverser les corps opaques à la lumière solaire ?

Non ; les corps radioactifs émettent spontanément des radiations dont certaines sont analogues à celles qui naissent dans le tube de Crookes sous l'influence des décharges électriques.

Le radium est le plus remarquable de ces corps radioactifs, et on peut obtenir avec lui de très intéressantes radiographies. Si l'on opère avec une plaquette sur laquelle le radium est étendu sur une grande surface, on obtient une radiographie où les contours sont flous. Pour qu'une silhouette soit nette, il faut, en effet, une source lumineuse réduite, autant que possible, à un point ; sinon la pénombre, d'autant plus accentuée que la surface lumineuse est plus grande, rend flous les bords de la silhouette. La surface d'émission des rayons X, grâce à la forme concave de la cathode, est réduite à un point ; c'est pourquoi les images ont une grande netteté. Il serait sans doute facile de réduire ainsi à un point la surface d'émission du radium, mais

ce produit, qui est un merveilleux agent thérapeutique, n'est pas *pratiquement* utilisable pour obtenir des radiographies autres que des images de démonstration.

Il est un produit radioactif qui, grâce à son prix minime, permet à tous de répéter des expériences variées sur la photographie à travers les corps opaques, c'est la toile de bec Auer, qui contient de l'oxyde de thorium, lequel est un corps radioactif. On peut employer la poudre de manchons usagés. Une plaque photographique est enveloppée dans deux feuilles de papier noir. On dépose sur le papier quelques objets métalliques et on saupoudre le tout de la poudre radioactive. Une pose de plusieurs jours est nécessaire, bien qu'après 24 heures, avec une plaque rapide et un développement prolongé, on obtienne déjà des silhouettes bien apparentes.

L'ampoule de Crookes et les corps radioactifs n'ont pas le monopole de l'émission de rayons traversant les corps opaques. Il est curieux de constater que cette propriété appartient à certains animaux.

On connaît la belle lumière produite par le ver luisant, et l'on sait que certaines bactéries émettent de la lumière ; c'est la présence de ces bactéries photogènes qui explique la phosphorescence des urines, de la salive, de la sueur, et celle des plaies elles-mêmes qui aurait parfois été observée. En dehors de la phosphorescence du cadavre humain, constatée plusieurs fois, on a dans les boucheries et les abattoirs de véritables épidémies de viandes lumineuses. Ces photobactériacées, cause de phénomènes de nature à effrayer des témoins ignorant leur existence, émettent à l'instar du ver luisant un rayonnement capable de traverser le bois, le carton, le papier noir, mais pas l'aluminium. Des poses de 18 à 20 heures suffisent pour qu'elles impressionnent une plaque photographique. C'est dire que la quantité de radiations est notable, et, dans tous

les cas, équivalente à celle fournie par la toile de bec Auer.

Ces préliminaires posés, voyons maintenant les applications médicales des rayons X.

L'étude du squelette a largement bénéficié de la découverte de Röntgen; si les applications de la radiographie à la chirurgie sont les plus connues, il ne faut pas laisser dans l'ombre les résultats intéressants obtenus dans les études d'anatomie normale ou pathologique. Voici un exemple entre mille (Planche I).

Les os acquièrent peu à peu la structure, la forme et les dimensions qui les caractérisent chez l'adulte. Le stade osseux est le plus souvent précédé du stade cartilagineux. L'ossification du corps des os longs, de la diaphyse pour l'appeler par son nom, se fait avant la naissance, mais les extrémités des os longs, les épiphyses, restent en retard et ce n'est que plusieurs mois ou plusieurs années après la naissance que l'on voit apparaître les points osseux épiphysaires, autour desquels se fait le travail de l'ossification. La substitution du tissu osseux au cartilage ambiant demande de longues années. Ce n'est qu'à l'adolescence que l'on voit disparaître le cartilage de conjugaison qui forme le trait d'union entre l'os épiphysaire et l'os diaphysaire, et vers la vingtième année que la soudure est complète.

Les petits os du poignet se développent seulement après la naissance; le point d'ossification est unique dans la majorité des cas et il apparaît plus ou moins tardivement. La radiographie permet de suivre l'apparition successive des os du carpe et des points épiphysaires des phalanges, des métacarpiens, du cubitus, du radius (1).

(1) L'image radiographique de la main présente un aspect qui surprend de prime abord : les doigts paraissent démesurément allongés. Il faut savoir que la main se compose de trois parties : 1° les doigts composés chacun de

Le pouce semble n'avoir que deux phalanges, en réalité il en a trois, c'est le métacarpien qui est absent. On remarque en effet que les phalanges ont un point d'ossification inférieur, à l'inverse des métacarpiens dont le point d'ossification est supérieur. Le troisième os du pouce ayant un point d'ossification inférieur est donc en réalité une phalange et non un métacarpien (1).

Un certain nombre d'anomalies peuvent affecter la main (Planches II, III, IV et V). Parmi celles qui atteignent les doigts, on peut considérer 1° les malformations par défaut ou ectrodactylie : suppression d'une ou plusieurs phalanges, d'un doigt ou de plusieurs doigts, représentés ou non par de petits bourgeons charnus ; 2° les malformations par excès, ou polydactylie, de beaucoup les plus fréquentes. On peut voir six, sept, huit et même douze doigts. En général, c'est un pouce surnuméraire que l'on constate. La radiographie est très utile dans ces cas, car elle montre le rapport des articulations du doigt supplémentaire avec les articulations voisines, et ces données sont utiles au médecin consulté sur l'opportunité de l'ablation.

La syndactylie forme une troisième variété de lésion, et montre plusieurs doigts soudés entre eux. Il est indispensable de savoir si les doigts sont réunis par des parties molles ou s'il y a des anastomoses osseuses. La radiographie donnera aisément le diagnostic. Toutefois, lorsque les ombres osseuses s'entrecroisent ou se superposent, il est malaisé de se prononcer. La radio-

trois phalanges, sauf le pouce qui n'en présente que deux ; 2° le métacarpe composé de cinq os qui se trouvent dans le prolongement des phalanges, mais sont masqués par les parties molles ; 3° le carpe qui est constitué par huit petits os formant l'articulation du poignet. La main s'articule avec les os de l'avant-bras cubitus et radius. Le radius est l'os qui se trouve du même côté que le pouce ; il est au poignet notablement plus volumineux que le cubitus.

(1) On continue cependant à dire que le métacarpe comprend cinq métacarpiens, alors qu'en réalité il en comprend quatre et une phalange.

graphie stéréoscopique permet seule, mais avec certitude, de décider s'il y a anastomose ou superposition.

Passons maintenant à l'étude des traumatismes qui intéressent les membres, y déterminant des fractures (solution de continuité de l'os), ou des luxations (déplacement partiel ou complet des surfaces articulaires).

Prenons comme types les régions du coude, de la hanche et du pied.

La radiographie du coude normal (Planche VI) nous montre le détail de l'extrémité inférieure de l'humérus. L'on voit comment le cubitus s'articule avec elle : l'olécrane en arrière et l'apophyse coronoïde en avant forment un solide crochet qui embrasse la surface articulaire de l'humérus. Derrière le cubitus on voit très nettement l'ombre de la tête du radius.

Le relief de l'os du bras est des plus compliqués, deux masses osseuses, l'épicondyle et l'épitrochlée, encadrent la surface articulaire dans laquelle on distingue la poulie trochléenne avec gorge interne et externe, et la masse condylienne. Il est parfois difficile dans les radiographies de profil de reconnaître la silhouette propre à chacune des portions énumérées. Avec un peu d'habitude on arrive cependant à s'y retrouver : si le lecteur veut bien comparer les différentes épreuves reproduites ici, il se fera une idée exacte de l'aspect radiographique de l'extrémité inférieure de l'humérus, sur laquelle on peut retrouver l'image de toutes les saillies osseuses de cet os compliqué.

La radiographie que reproduit la planche VII est un beau type de fracture de l'olécrane. L'espace libre laissé entre les deux fragments dégage la vue de l'extrémité inférieure de l'humérus dont les détails sont moins enchevêtrés. Une vue de trois quarts de l'articulation du coude (Planche VIII) montre obliquement l'extrémité de l'humérus dont les différentes apophyses apparaissent d'autant plus nettement que les deux os

ont perdu leurs rapports normaux avec leurs surfaces articulaires respectives. C'est là un beau type de luxation en dehors et en arrière. Le déplacement en dehors s'apprécie fort bien en stéréoscopie ou dans une vue postérieure de la région.

Les deux traumatismes précédents intéressaient le coude, le traumatisme suivant qui atteignit un jeune enfant détermina une fracture de l'extrémité inférieure de l'humérus avec un déplacement en arrière, la radiographie précisa le diagnostic (Planche IX). On peut remarquer que les os sont encore mal formés, leur silhouette est mal tranchée, le cartilage d'encroûtement encore épais donne à l'interligne articulaire une largeur qu'on ne retrouve pas chez l'adulte.

Si nous passons à la hanche, nous constatons en regardant le type de hanche normal que même dans les régions épaisses on peut obtenir des détails étonnants (Planche X). Le relief du fémur apparaît presqu'aussi nettement que si l'on avait photographié un os à nu avec un objectif ordinaire. Le col fémoral est bien visible ainsi que la tête emboîtée dans la cavité cotyloïde.

Quittons la hanche pour examiner l'aspect du pied et de l'articulation tibio-tarsienne (1).

La planche XI représente une vue de profil d'un pied dont l'articulation tibio-tarsienne est normale. La surface articulaire du tibia épouse celle que lui offre l'astragale. Le péroné est visible mais d'une façon imparfaite, l'ombre de l'astragale masquant la silhouette

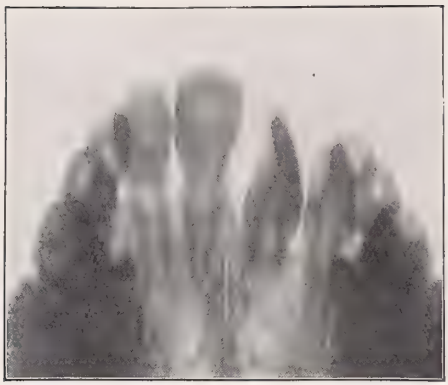
(1) Le pied se compose comme la main de trois parties : 1° les doigts et leurs trois phalanges mieux visibles sur les vues antéro-postérieures que sur les vues de profil ; 2° le métatarse composé de cinq os qui sont les homologues des métacarpiens de la main ; 3° le tarse composé de petits os au nombre de sept. Le plus volumineux est le calcaneum qui constitue le talon. Au-dessus du calcaneum on voit l'astragale s'articulant avec les os de la jambe. Le plus gros est le tibia, le plus grêle est le péroné : l'articulation de la jambe et du pied porte le nom de tibio-tarsienne.

de l'extrémité inférieure du péroné, dont l'épaisseur n'est pas suffisante pour renforcer l'ombre formée par l'astragale. On peut remarquer la netteté des articulations des petits os du pied et les détails de structure bien visibles surtout sur le calcaneum dont on voit admirablement les travées osseuses. L'examen du tarse montre à travers l'ombre du premier métatarsien une fracture avec déplacement intéressant le second métatarsien, tandis que le troisième porte une fracture très nette mais moins visible car il n'y a pas de déplacement antéro-postérieur.

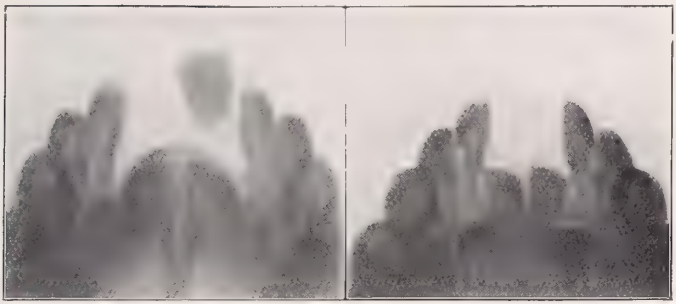
La planche XII présente la même finesse de détail ; c'est un cas typique de fracture de la région tibio-tarsienne. La lésion du péroné est très visible ; on constate en outre deux fragments au voisinage du tibia : l'un, antérieur, représente la malléole interne, et l'autre, un peu masqué par le péroné, est un fragment osseux détaché du bord externe de la portion interne du tibia.

Voici enfin (Planche XIII) l'aspect que présente le pied vu par sa face plantaire. On y retrouve les deux lésions signalées tout à l'heure à propos de la radiographie de profil : fracture du troisième métatarsien sans déplacement, et fracture du second avec déplacement latéral. La première rangée des os du tarse est assez nette, la deuxième projette une ombre confuse. Étant donnée la différence d'épaisseur qui existe entre la partie antérieure et la partie postérieure du pied, il faut sacrifier l'une ou l'autre portion, le temps de pose variant en plus ou en moins, suivant l'épaisseur de la région considérée.

La radiographie donne de précieux renseignements dans l'étude des lésions et des traumatismes osseux (Planches XIV et XVI). Elle permet de découvrir des fractures là où parfois l'on pensait à une entorse ou à une simple contusion. Ces cas sont plus nombreux qu'on ne le croit. Mais, même lorsque le diagnostic de



a. Radiographie des incisives supérieures chez un adulte.
On voit nettement les détails structuraux des dents et des maxillaires. On constate aussi la déformation de la 1re incisive gauche.



b. Radiographie des incisives du maxillaire supérieure. Enfant de 7 ans. La 1re incisive droite est tombée mais la dent permanente est prête à la remplacer. La 1re incisive gauche est en place mais la destruction de la racine montre le mécanisme de la chute des dents de lait.

c. Radiographie des incisives du maxillaire inférieur. Enfant de 7 ans. Les deux incisives médianes (première dentition) sont tombées mais les dents permanentes vont les remplacer.

PLANCHE XVIII.

Radiographie d'un fœtus n'ayant pas respiré.

Les poumons étant vides d'air sont relativement opaques. L'estomac dans lequel on a injecté une bouillie bismuthée apparait en noir dans sa portion inférieure, tandis que son extrémité supérieure, remplie de gaz, forme une poche qui refoule le diaphragme. La masse abdominale est plus transparente que le poumon. Cette différence est due à la présence des gaz de la putréfaction accumulés dans l'intestin. Le tractus intestinal forme un fouillis inextricable, mais le trajet du colon ascendant est reconnaissable grâce à ses bosselures.

Vue palmaire de la main au préalable badigeonnée avec la masse qui nous a servi pour les injections vasculaires.

Dans un ensemble la figure est un peu noire mais on découvre nettement, en regardant de près, les moindres détails des plis de la peau. On a une empreinte radiologique aussi belle que les empreintes sur noir de fumée.

PLANCHE XX.

Rein de porc injecté au vermillon. L'injection poussée en 2 fois montre qu'il n'y a pas d'anastomose entre les territoires des artères rénales.

Vue antérieure d'un cœur de mouton injecté au vermillon.

Examinée au stéréoscope cette image montre au premier plan une grosse artère qui descend à la face antérieure du cœur, tandis qu'une autre contourne le ventricule gauche, passe à la face postérieure du cœur et descend verticalement. L'artère coronaire droite moins importante contourne le cœur en fournissant un certain nombre de collatérales. On voit nettement se détachant des principales artères, les vaisseaux qui pénètrent dans la paroi musculaire des ventricules et assurent sa nutrition.

PLANCHE XXI.

PLANCHE XXII.

Système artériel de l'extrémité inférieure de la jambe et du pied.

Système artériel de la main.

PLANCHE XXIV.

Vue antérieure du thorax d'un chien.

Du coté gauche on apercoit derrière le cœur une lame de plomb se présentant de profil ; les mors de la pince (semblable au mors d'une minuscule pince à forcipressure sont entr'ouverts et prêts à saisir le corps étranger. — Du côté droit on reconnaît un fragment de clou solidement retenu entre les branches d'une pince à mors fenêtrés. La figure montre en outre la possibilité d'extraire sous le contrôle des rayons X des corps étrangers ayant pénétré bien avant dans les voies respiratoires. C'est dans cette même région, par conséquent fort bas, que se trouvaient la plupart des corps étrangers que nous avons extraits. Voir travail original : JOURNAL DE RADIOLOGIE 1910 (Bruxelles), JOURNAL DES SCIENCES MÉDICALES 1910 (Lille.), Dr Maurice D'halluin.

fracture ou de luxation s'impose, la radiographie a encore sa raison d'être pour surveiller le maintien de la réduction et étudier la formation du cal. On croit souvent que l'appareil plâtré empêche la prise des radiographies ; il n'en est rien : l'épreuve du poignet que reproduit la planche XV en est la preuve. Les détails sont admirablement visibles.

Quand il s'agit d'une région difficile, telle que la hanche, l'appareil plâtré, souvent fort épais, diminue incontestablement la netteté de l'image. Il faut alors tenir compte de l'obstacle matériel, et se contenter d'épreuves moins riches en contrastes mais très précieuses encore à cause des renseignements qu'elles fournissent.

Quand un os a été fracturé, les deux extrémités intéressées sont le siège d'un travail actif de réparation qui aboutit à la formation du cal. La substance fondamentale est d'abord molle et flexible, mais peu à peu elle se consolide par l'addition de sels calcaires qui rendent à l'os sa solidité antérieure.

Indépendamment des fractures et des luxations, les os peuvent présenter des lésions que décèle fort bien la radiographie, qu'il s'agisse soit du développement de tumeurs, soit de déformations osseuses, soit de lésions du périoste.

Tout le monde a vu des radiographies des os des articulations. La radiographie des dents est moins connue. Il semble que ce travail ne doive pas présenter grande difficulté. Ne suffit-il pas de placer la joue contre la plaque pour avoir une bonne radiographie ? Oui, à la rigueur ; mais ces radiographies sont peu nettes, à cause de la superposition des ombres des maxillaires droit et gauche. On adopte donc une technique différente ; le malade mord une plaque placée dans la bouche, et l'on dispose l'ampoule de façon à

avoir une projection des dents grandeur naturelle. Affaire de technique intéressant le spécialiste, mais inutile à détailler ici. La pose est nécessairement très courte ; quand il s'agit d'enfants, une pose de quelques secondes est parfois trop longue. Témoin la planche XVII, fig. *b*, dont le flou indique un léger mouvement du patient. Cette épreuve est intéressante à considérer : on y voit une dent de lait prête à tomber et, derrière elle, une dent de remplacement. La radiographie était faite pour voir s'il existait du côté droit une incisive médiane, dont l'apparition se faisait trop attendre au gré des parents.

Les radiographies dentaires donnent de précieuses indications, soit que l'on veuille être renseigné sur la présence ou l'absence de dents qui restent dans la gencive, soit que l'on désire connaître la direction d'une dent mal placée, ou apprécier la longueur d'un fragment de racine. Impossible de passer en revue toutes ces indications, il suffit d'en avoir signalé quelques-unes.

Le système osseux n'est pas le seul que les rayons X puissent explorer ; la radiographie des parties molles donne dans de nombreux cas de très précieux renseignements. Ici, la radiographie est réalisable tantôt directement, tantôt en recourant à certains artifices.

Elle est réalisable directement. En effet, les rayons X permettent d'établir la différence des densités des composants d'un corps. Quand donc au milieu de parties molles transparentes, telles que le poumon, se trouveront d'autres parties molles moins transparentes, telles que le cœur, des ganglions hypertrophiés, une tumeur du médiastin, leur silhouette se détachera avec netteté sur la plaque photographique. Grâce à la transparence du poumon, on peut donc étudier les modifications de forme des cavités cardiaques, explorer l'aorte, déceler la présence des dilatations anévrismales.

Dans les cas où un processus pathologique, la tuberculose, par exemple, modifie la densité du parenchyme pulmonaire, ces altérations seront nettement décelées par l'exploration aux rayons X.

L'exploration radiologique de la cage thoracique est relativement aisée et des plus utiles au point de vue diagnostic. L'exploration de l'abdomen est également féconde en résultats, mais, en raison de l'opacité à peu près uniforme des viscères qui s'y trouvent, il faut, pour les différencier, recourir à certains artifices. Il est possible de faire apparaître la silhouette de l'intestin ou de l'estomac en diminuant ou en augmentant l'opacité de l'organe à étudier. Si l'on fait prendre à un malade un mélange de bicarbonate de soude et d'acide citrique, il se forme dans l'estomac un dégagement gazeux et l'organe se projette en clair sur l'ombre que présentent les viscères voisins.

Si, au contraire, on fait ingérer une bouillie bismuthée, l'augmentation d'opacité permettra d'apprécier la silhouette des organes creux, l'estomac d'abord, l'intestin ensuite, qui se remplira peu à peu de la substance opaque aux rayons X.

La radiographie (Planche XVIII), prise chez un fœtus, dans l'estomac duquel on a introduit de la bouillie bismuthée, montre en noir la silhouette stomacale, tandis que l'on aperçoit en clair la silhouette du gros intestin, reconnaissable à ses bosselures caractéristiques. Cette radiographie est intéressante non pas seulement comme démonstration de la visibilité par contraste des organes abdominaux, mais aussi parce qu'elle semblerait confirmer l'opinion émise de la possibilité de faire, par la radiographie, le diagnostic de la mort. On a dit que chez le vivant l'abdomen montrait en radiographie une opacité uniforme ; après la mort la putréfaction faisant son œuvre, la masse intestinale montrerait, au contraire, une transparence d'autant

plus grande que l'on s'éloignerait davantage du moment de la mort. Ces assertions comprennent de nombreuses erreurs. On peut, chez le vivant, observer la transparence de la masse intestinale. Chez les enfants, la silhouette du foie se détache très souvent en plus sombre sur l'ensemble de la masse intestinale moins opaque. On peut, dans certaines circonstances, faire la même constatation chez l'adulte. Récemment, examinant avec un confrère un malade atteint de rétrécissement cancéreux de l'œsophage, nous avons pu dessiner à l'écran la silhouette du foie, celle de l'estomac, et celle d'une grande partie du gros intestin. Nous possédons plusieurs radiographies où apparaît en clair une portion du gros intestin distendu par les gaz. Nous laissons de côté la présence de gaz dans l'estomac dont la partie supérieure est le plus souvent visible en clair chez l'homme à jeun.

La constatation donc de la silhouette du tube digestif ne peut être donnée comme signe de la mort. Une épreuve radiographique serait le plus mauvais certificat de décès que pourrait réclamer de ses héritiers un homme hanté par la crainte d'une inhumation prématurée.

Si de la radiographie des parties molles du tronc nous arrivons à celle des parties molles des membres, il faut reconnaître qu'en dehors de certains artifices applicables à des recherches anatomiques sur le cadavre, il est exceptionnel d'obtenir des détails dans les parties molles des membres, sauf dans les régions riches en tendons où ces derniers peuvent apparaître avec une grande netteté. Les vaisseaux sont-ils visibles ? Nous avons dit, à propos de la cage thoracique, que l'ombre de l'aorte se détachait nettement grâce à la transparence du parenchyme pulmonaire, mais les vaisseaux des membres ne peuvent être

visibles à l'état normal. Ils le deviennent parfois quand les tuniques vasculaires s'incrustent de sels calcaires, comme dans l'athérome.

Nous avons observé un cas remarquable où les artères des deux genoux étaient parfaitement visibles. Si nous ne parlons que des genoux, c'est que cette région seule a été radiographiée chez notre malade, mais rien ne dit que les lésions n'étaient pas plus étendues. Un grand nombre de radiologistes possèdent sans doute dans leurs archives un certain nombre de clichés d'artères athéromateuses. Le nombre des cas publiés est cependant restreint. Si l'on radiographiait systématiquement les malades étiquetés artériosclérux, on trouverait sans doute fort souvent des artères visibles en radiographie et cette exploration jetterait quelque lumière dans le diagnostic différentiel à établir entre deux maladies souvent confondues, l'artériosclérose et l'athérome.

Les téguments apparaissent-ils sur les clichés radiographiques ? On voit toujours la silhouette des parties molles, on voit souvent une différence entre l'opacité de la peau et celle des parties molles sous-jacentes. Nous verrons plus loin comment il est possible de mettre en valeur ces détails qui, visibles sur le négatif, apparaissent plus difficilement sur le positif. Signalons seulement un artifice très simple qui permet de faire apparaître les plis de la peau (Planche XIX). Il suffit de la recouvrir d'une pâte opaque aux rayons X. Elle s'incruste dans les plis et l'on obtient ainsi une empreinte radiographique digne d'attirer l'attention de M. Bertillon. Ce n'est pas là une simple fantaisie et la présence de repères cutanés naturels sur une épreuve peut, dans certains cas, rendre de réels services.

Nous avons vu qu'il était possible de rendre visibles les organes creux en augmentant leur opacité. Cet artifice, applicable chez le vivant non seulement pour

montrer les organes viscéraux, mais aussi pour étudier des trajets fistuleux, ne l'est plus quand il s'agit des vaisseaux. Les études angiologiques au moyen de masse opaque aux rayons X injectée dans les vaisseaux ne sont donc réalisables que sur le cadavre. C'est là une méthode des plus intéressantes, surtout quand on a recours à la radiographie stéréoscopique qui donne des épreuves d'une beauté et d'une valeur véritablement remarquables. La vue en relief est d'ailleurs indispensable pour une étude détaillée. Il est souvent impossible sur une vue ordinaire, de discerner si deux vaisseaux qui s'entrecroisent sont superposés ou anastomosés. On peut cependant, sur une radiographie ordinaire, se rendre compte de la richesse de la vascularisation et apprécier en partie le mode de distribution des vaisseaux.

Une injection à base de vermillon en suspension dans l'essence de térébenthine a été poussée dans une artère rénale, et, dans une autre étude, dans l'artère coronaire gauche (Planche XX). Le rein et le cœur radiographiés après cette première injection montrent que chaque artère irrigue un territoire propre et qu'il n'y a pas d'anastomose entre les deux groupes d'artères rénales successivement injectés, ni entre la coronaire cardiaque gauche et droite.

Une vue d'ensemble du rein et du cœur (Planche XXI) donne une belle idée de la richesse de vascularisation de ces organes et du mode de distribution des vaisseaux.

L'épreuve du pied (planche XXII) montre avec grande netteté l'ombre des artères se superposant à celle des os. Mais l'injection a été faite trop hâtivement et la masse n'a pas pénétré les fines ramifications vasculaires. L'injection de la main est au contraire parfaitement réussie et montre un fouillis de vaisseaux tellement nombreux et tellement serrés que la silhouette des os est masquée en partie par l'opacité due à l'injection du système artériel (Planche XXIII).

Il nous reste à signaler une application de la radiologie, préconisée dès la découverte des rayons X : c'est la localisation des corps étrangers. Cette localisation peut être faite avec une précision mathématique, et quand on dit que la radiographie a induit le chirurgien en erreur, on peut affirmer que la technique employée a été mauvaise. Pour localiser un corps étranger dans un membre il ne suffit pas de faire une radiographie de face et une de profil, on s'exposerait ainsi aux pires erreurs ; il faut recourir à des méthodes spéciales, très délicates, qu'il n'est guère possible de décrire ici, et qui permettent de dire très exactement le siège et la profondeur.

Les corps étrangers observés chez l'homme se divisent en trois catégories : tantôt ils se forment dans l'organisme, tantôt ils y pénètrent par effraction, tantôt enfin ils tombent accidentellement dans une cavité naturelle.

Ceux de la première catégorie comprennent les esquilles osseuses, les corps étrangers articulaires, les calculs salivaires, rénaux, urétraux, vésicaux, biliaires et intestinaux.

La recherche des calculs est d'autant plus intéressante, que les moyens de diagnostic sont souvent insuffisants. L'opacité d'un calcul est en fonction de sa composition chimique : ceux qui sont à base de cholestérine sont assez transparents, les calculs uratiques sont plus opaques, ceux qui sont à base de sels calcaires ont une opacité plus forte encore. Suivant leur siège, ils sont plus ou moins faciles à dépister. Ceux qu'on recherche le plus souvent sont logés dans les voies urinaires. Étant donnée la mobilité des organes viscéraux recevant les impulsions du diaphragme, un calcul peut facilement passer inaperçu, si l'on n'a pas soin d'immobiliser soigneusement la région et de faire une radiographie rapide. C'est là question de technique intéressant le spécialiste.

Les corps étrangers qui pénètrent par effraction sont le plus souvent métalliques ; il est donc facile de les découvrir, le repérage est la seule difficulté.

Ceux qui pénètrent dans les cavités naturelles ne sont pas toujours opaques aux rayons X et, par conséquent, un certain nombre d'entre eux échapperont à la recherche. Toutefois, étant donnée l'opacité relative de la plupart des substances, un examen radiologique est à tenter dans la majorité des cas.

En général, il s'agit de corps étrangers qui, introduits par la bouche, tombent dans les voies respiratoires ou passent dans le tube digestif. Dans ce dernier cas, s'ils ne s'enclavent pas dans l'œsophage, le malheur n'est pas bien grand, mais la détermination de leur localisation permettra de rassurer le malade. Dans les cas où un corps étranger s'arrête dans l'œsophage, il est facile d'introduire, sous le contrôle des rayons X, une pince métallique et de la pousser au voisinage du corps étranger qu'elle saisit et entraîne au dehors.

Les publications faites sur ce sujet par le Dr Ét. Henrard nous ont donné l'idée d'employer cette même technique pour l'extraction des corps étrangers des voies respiratoires. La possibilité de cette application fut démontrée par l'extraction d'un bigoudi en plomb arrêté dans la bronche d'une enfant de dix mois. Depuis nous avons fait chez le chien vivant de très nombreuses extractions qui nous ont montré l'innocuité et la facilité de cette technique.

La planche XXIV montre qu'il est possible d'aller chercher des pièces métalliques relativement petites jusqu'au voisinage du diaphragme, c'est là une méthode élégante et facile, qui frappe toujours les témoins de ces recherches qui suivent sans peine à l'écran fluorescent les diverses phases de l'extraction.

Les médecins discutent souvent sur la valeur respective du négatif et du positif, en radiographie. Les

Vue postérieure d'une épaule droite.

Les os paraissent en relief ; Les parties molles sont nettement visibles, et l'on distingue très bien une portion grise qui représente l'épaisseur des téguments, et une région plus blanche qui avoisine l'os et représente la couche musculaire. Le petit fragment osseux que l'on découvre au voisinage de la tête humérale serait à peine visible sur un positif ordinaire.

PLANCHE XXVI.

Vue latérale du pied.

Ici encore les parties molles sont bien visibles ; on distingue au voisinage de la region plantaire une excroissance de chair que l'on pourrait s'attendre à ne pas trouver sur une épreuve radiographique.

Radiographie plastique d'un coude vu de face.

radiologistes habitués à la lecture des clichés, y voient une infinité de détails qui disparaissent parfois, en partie du moins, lors de la mise sur papier. Le cliché présente du modelé et de la finesse de détail ; le positif a plus d'opposition, il donne aussi du détail, mais certaines ombres disparaissent, les parties molles notamment peuvent ne pas être visibles sur le positif, tandis que le cliché permet de les observer. Ce qui est dit des parties molles peut se répéter des calculs et, en général, des ombres légères. Le radiologiste a donc raison de préférer son cliché ; mais le médecin, moins habitué à la lecture des négatifs, préférera souvent le positif sur papier qui lui semble plus démonstratif.

Il est facile de concilier tout le monde et d'obtenir des positifs sur lesquels on voit les détails des parties molles aussi bien que sur le cliché lui-même. Bien plus, il est possible de mettre en valeur les ombres et les lumières, de façon à réaliser une épreuve présentant un aspect plastique du plus bel effet. Le côté artistique est évidemment secondaire ; c'est surtout la plus-value que donne à certains détails ce genre de radiographie qui le rend surtout précieux (Planches XXV, XXVI et XXVII).

Le procédé à employer est simple à énoncer et à comprendre, mais sa mise en œuvre impose malheureusement un travail considérable à cause des nombreux déboires qu'il occasionne.

Il faut d'abord posséder un bon négatif qui sert à tirer un positif sur plaque de même format. Cette seconde épreuve est adossée à la première, verre contre verre, les contours correspondants du positif et du négatif doivent se recouvrir. On décale alors légèrement les deux épreuves de façon à obtenir le relief voulu. On apprécie d'ailleurs, en regardant par transparence, la valeur du déplacement. Celui-ci une fois déterminé, on immobilise les deux plaques dans un châssis-presse où l'on

place une plaque sensible en contact avec la gélatine du négatif. On expose alors à la lumière qui traverse la gélatine du positif, le verre du positif, le verre du négatif, la gélatine du négatif et enfin la gélatine de la nouvelle plaque qui donne, au développement, un cliché négatif servant à tirer sur papier les épreuves ultérieures.

La course un peu rapide que je viens de vous faire faire à travers les aspects que présentent nos organes vus à la lumière des rayons X permettra, j'espère, de juger à quel degré de perfection est arrivée cette méthode d'exploration. Au début les os se présentaient sous forme de bâtons noirs à contours plus ou moins flous. Aujourd'hui l'on découvre, le plus souvent avec une netteté parfaite, les détails de structure de la charpente osseuse. Ce résultat est obtenu grâce à la réalisation d'ampoules plus parfaites, grâce aussi à la diminution du temps de pose.

La plupart des radiographies qui accompagnent cet article ont été obtenues en un temps très court, qui varie de quelques secondes à quarante-cinq secondes au maximum, pour les radiographies de la hanche ou de la colonne lombaire.

On a tenté, ces derniers temps, l'instantané en radiographie ; on a même réussi des épreuves cinématographiques de certains mouvements organiques. On n'est donc pas au bout de la période des perfectionnements. Si, à l'heure actuelle, on obtient déjà des résultats merveilleux, on peut prévoir des progrès qui augmenteront encore la valeur de ce merveilleux procédé d'investigation.

M. D'HALLUIN,

Maître de Conférences,
chargé du service de Radiologie
et d'Électricité médicale des dispensaires
à la Faculté libre de Médecine de Lille.

LE

CONCEPT ACTUEL D'HYSTÉRIE

Pour se faire de l'*hystérie*, comme d'ailleurs d'une entité morbide quelconque, une idée aussi exacte que possible, il est indispensable de connaître à la fois et sa symptomatologie et son étiologie. Avant de nous livrer une conception définitive de l'hystérie, les savants devront donc s'entendre, s'ils le peuvent, et sur les phénomènes par lesquels l'hystérie se manifeste, et sur la cause qui produit ces phénomènes.

Nous ne parlons ici que du côté théorique de la question. En pratique médicale, la seule connaissance des phénomènes pathologiques peut parfois suffire au médecin. Celui-ci sait que tel groupe de symptômes, quelle qu'en soit d'ailleurs l'origine, réclame tel traitement : l'expérience ayant montré que *ce* traitement avait raison de *ces* symptômes. Il se peut toutefois, et il arrive souvent, que tout en combattant et réduisant les symptômes, le traitement a laissé subsister, avec la cause du mal, la menace d'une réapparition plus ou moins prochaine de ces mêmes symptômes. Aussi bien est-ce répondre à une exigence de la thérapeutique autant qu'à un simple désir de savoir, que de remonter, dans l'étude d'une maladie, des diverses perturbations que la clinique enregistre, aux causes qui expliquent ces perturbations. Mais c'est là une étude qui, dans le cas de l'hystérie, présente de graves difficultés ; aussi ne faut-il pas trop

s'étonner si, sur ce point, la science médicale en est encore aux tâtonnements. Quant à nous, notre but ne peut être ici que d'indiquer, sous toutes réserves, ce qui, touchant les points les plus importants, paraît, à l'heure actuelle, le plus probable.

Nous parlerons d'abord des symptômes caractéristiques de l'hystérie, puis des causes qui déterminent ces symptômes.

LES SYMPTÔMES

Il est impossible de parler de l'hystérie — j'entends d'en parler dans le but de discuter scientifiquement les différentes questions qui s'y rattachent — sans en avoir d'abord une certaine idée, et il faut bien admettre que les « sommités » médicales qui se donnent rendez-vous dans les Congrès pour traiter ces questions, si elles ne sont pas d'accord sur tous les points, s'entendent au moins sur quelques-uns. Le minimum qu'on puisse leur demander, c'est, semble-t-il, de reconnaître que l'hystérie est une *névrose*, et qu'une névrose est une maladie fonctionnelle du système nerveux, sans lésion organique apparente de ce système. Mais il est impossible d'aller plus avant sans tomber en pleine controverse. Cette lésion, en effet, qui n'est pas apparente — ce que tout le monde admet — est-elle réellement inexistante, ou bien existe-t-elle, mais dans de telles conditions et avec de tels caractères, qu'il soit actuellement impossible de la révéler ?... Chacune de ces deux opinions a ses partisans : c'est dire que la question de la nature intime de l'hystérie est encore en discussion.

Peut-on, du moins, se faire une idée de cette névrose par l'étude des symptômes qu'on regarde comme caractéristiques de l'hystérie ? Assurément ; mais encore convient-il d'être sur ce point fort circonspect : c'est

pourquoi nous croyons indispensable de placer ici quelques remarques préliminaires.

Au point de vue de la symptomatologie, les névroses se distinguent par un ensemble de phénomènes morbides qu'on ne peut rattacher à aucune lésion organique apparente et qui affectent à la fois, ou peuvent affecter, l'intelligence, la volonté, la sensibilité, la motilité. Ces phénomènes, fort nombreux, sont très variables d'allures, non seulement d'un névropathe à l'autre, mais aussi chez le même individu, à tel point que cette variabilité même peut être, dans certains cas, un indice suffisant de diagnostic.

Mais il ne suffit pas de connaître, d'une façon générale, les symptômes qui se rattachent à ce qu'on appelle les maladies fonctionnelles du système nerveux ; il importe aussi, et surtout, de savoir quels sont ceux qui caractérisent chacune de ces maladies. Pendant longtemps la plus grande confusion a régné sur ce point ; on plutôt, on s'est, au début, fort peu préoccupé de classer, de grouper les symptômes et de distinguer, d'après les groupes ainsi formés, les diverses névroses. Tous ces symptômes, pris en bloc, étaient caractéristiques d'un état nerveux anormal fort peu connu et fort peu précis. Les observations cliniques ont fini par montrer que certains symptômes apparaissent toujours les mêmes, dans leurs traits essentiels, et toujours ensemble, dans des circonstances données, si bien qu'on s'est cru en droit d'en conclure que ces symptômes étaient la manifestation sûre et caractéristique de telle ou telle névrose. C'est ainsi qu'on a été amené à distinguer comme des maladies fonctionnelles à part, un certain nombre d'entités névropathiques dont les plus connues du grand public sont la chorée, l'épilepsie essentielle, la neurasthénie, l'hystérie.

Mais la création de ces entités pathologiques est-elle légitime ? On peut se le demander.

Avoir deux groupes différents de symptômes ne donne pas toujours le droit de conclure à l'existence de deux entités morbides distinctes. Des altérations essentiellement différentes, soit anatomiques, soit purement fonctionnelles (du moins en apparence), peuvent se traduire par des symptômes identiques ; et, d'autre part, des symptômes, ou des groupes de symptômes très différents, peuvent être la conséquence d'une seule et même lésion : c'est pourquoi le diagnostic, en présence des seuls symptômes, est souvent si laborieux, et parfois impossible, entre deux ou plusieurs affections, non seulement durant la période d'incubation ou d'établissement de la maladie, mais aussi durant la période d'état.

Dans la question qui nous occupe, quelle preuve a-t-on que les manifestations si diverses qu'on observe dans l'étude clinique des névroses relèvent de lésions essentiellement distinctes ?... Entre les simples névrosés, qui ne manifestent d'autre perturbation qu'une excitabilité un peu anormale du système nerveux, et les grands hystériques chez qui les troubles physiologiques, psychiques et moraux, sont souvent si intenses et si étendus, il y a place pour un nombre considérable de névropathes de toute nuance, qui servent comme de transition entre les groupes névropathiques principaux. Peut-être, en somme, tous ces malades, d'aspects cliniques si différents, sont-ils atteints de la même lésion, quoique plus ou moins profonde, en sorte que ce ne soit, de l'un à l'autre, qu'une question de degré, et qu'on n'ait affaire, chez tous, qu'à une seule et même maladie, qu'à une seule et même entité morbide, si l'on entend par là la lésion organo-dynamique qui est la cause immédiate de tous les symptômes neuropathologiques. Aussi convient-il peut-être de dire de chaque névrose ce que P. Raymond a dit de la neurasthénie, qu'« il ne s'agit pas, dans l'espèce, d'une maladie véri-

table, mais d'un groupe de symptômes, d'un *syndrome*, variable dans ses modalités cliniques, suivant la prédominance de tels signes. Et ce syndrome peut être purement et simplement lié à un état fonctionnel — dans le sens où nous sommes encore obligés de comprendre ce mot aujourd'hui — ou bien il coexiste avec une maladie organique bien définie (1) ».

Ces réserves faites, quels sont, parmi tous les symptômes des névroses, ceux qui caractérisent l'hystérie ?

Au Congrès de Genève-Lausanne (1907) où fut traitée la question de la définition et de la nature de l'hystérie, Bernheim (de Nancy) terminait ainsi sa communication :

1. L'entité morbide décrite sous le nom d'hystérie n'existe pas.

2. Le mot d'hystérie doit être supprimé ou réservé aux simples crises de nerfs.

3. Ces crises ne sont qu'une réaction émotive psychodynamique se développant chez certains sujets, à la suite d'émotions greffées sur les maladies psychiques, toxiques ou diverses, qui créent de l'anxiété, laquelle devient, chez certains, hystérogène.

4. Les symptômes psychiques, désagrégation mentale, aboulie, rétrécissement du champ de la conscience, s'ils existent, sont dus aux maladies psychiques sur lesquelles la crise nerveuse se greffe à titre d'épiphénomène.

5. Cet épiphénomène peut toujours être supprimé par l'éducation du sujet.

D'après Bernheim, il n'y a donc, comme symptômes caractéristiques de l'*hystérie* (si on tient à garder ce mot), que ceux qui constituent la *crise de nerfs*. Pour lui, il n'existe pas d'hystérique pur, de sujet qui ne serait qu'hystérique : les phénomènes hystériques sur-

(1) P. Raymond, *Névroses et psychonévroses*. Paris, 1907, p. 36.

viennent toujours chez des malades atteints déjà d'affections plus ou moins bien caractérisées, ou purement psychiques, en apparence, ou nettement organiques.

Tous les symptômes autres que ceux de la crise, et que l'on décrivait jusqu'ici comme faisant essentiellement partie du tableau hystérique, doivent donc en être rayés, comme appartenant à des perturbations concomitantes. Or, les symptômes propres de la crise nerveuse se réduisent aux suivants : « Convulsions, dyspnée, contractures, pseudo-sommeil, agitation désordonnée et cris ».

Le point de vue classique distinguait un *état hystérique* et des *accidents hystériques*. L'état hystérique était constitué par des symptômes constants, mais plus ou moins discrets, qui peuvent même passer absolument inaperçus, à tel point qu'on a prétendu que ces symptômes, appelés aussi *stigmates hystériques*, n'existaient pas en temps ordinaire, et que c'était le médecin lui-même qui les provoquait par suggestion en les recherchant. Bernheim n'admet pas l'existence permanente de ces symptômes, et doit rejeter, par suite, l'idée d'un *état hystérique*. Il faut remarquer toutefois que la négation de l'existence des stigmates (hyperesthésies, anesthésies, amyosthénies, amnésie, etc.) n'entraîne pas la négation d'une prédisposition spéciale aux accidents hystériques. Bernheim admet qu'il peut exister « une vraie *diathèse hystérique*, un vrai *appareil hystérique* ». Une simple suggestion suffit à « déclancher cette diathèse, cet appareil, et créer une crise ». Par *diathèse hystérique*, Bernheim entend un appareil *symptomatique* hystérogène. « Tel sujet sous l'influence d'une émotion fait des vomissements, tel autre de la migraine, tel de la dyspepsie flatulente et des éructations. Je ne veux pas dire que le premier a un appareil spécial qui fait des vomissements, le second un appareil à migraine, le troisième à éructations ;

mais que l'émotion chez chacun, suivant son individualité, actionne tel ou tel appareil symptomatique ; quand la réaction se fait sous forme de crise de nerfs, on a appelé cela de l'hystérie ».

Bernheim rejette enfin les stigmates d'ordre moral, comme il a rejeté les stigmates d'ordre sensitif, moteur ou psychique. « On a parlé de caractère des hystériques : menteuses, simulatrices, perfides, érotiques. C'est l'hystérique de roman que je ne rencontre pour ainsi dire jamais ».

Tout à l'opposé de Bernheim, Schnyder (de Berne) a soutenu au Congrès de Genève-Lausanne l'ancienne conception de l'hystérie, englobant dans sa symptomatologie, avec les crises nerveuses, tous les stigmates sensitivo-sensoriels, moteurs, viscéraux, psychiques, moraux. Tous ces symptômes forment un tout bien à part, qui « constitue la manifestation de processus psychiques anormaux auxquels on peut, sans inconvénient, appliquer la dénomination d'*hystériques* ». Quant à dresser une liste exacte et définitive de ces symptômes, c'est une tâche beaucoup trop ardue : « cherchant à définir l'hystérie par la description de ses manifestations, les auteurs ont dû renoncer à cette tentative qui les eût amenés à englober toute la symptomatologie des maladies nerveuses dans leur définition ». Mais à l'envisager de la sorte, l'hystérie ne devient-elle pas cette fameuse *maladie simule-tout* dont l'essence consisterait en une disposition morbide à réaliser n'importe quel symptôme neuropathologique ? L'hystérie serait ainsi « la manifestation psychopathologique par excellence, l'expression la plus primitive, la plus ordinaire des faiblesses inhérentes à la mentalité humaine (Schnyder) ».

On trouvera peut-être que cela manque fort de précision ; c'est sans doute parce qu'il est très difficile d'en mettre dans un pareil sujet. Les autres orateurs qui

ont pris la parole au Congrès de Genève-Lausanne n'ont pas mieux réussi que Bernheim et Schnyder à trancher définitivement la question de la symptomatologie de l'hystérie.

H. Claude (de Paris) a fait le procès des « tentatives infructueuses faites pour limiter d'une façon rationnelle le domaine de l'hystérie ». Il y a deux façons d'arriver à limiter ce domaine. La première consiste à définir d'abord l'hystérie, puis, cela fait, à décrire comme hystériques tous les symptômes qui s'accordent avec cette définition. C'est une manière assez commune ; Claude la relève tout spécialement chez Dutil et Laubry, mais il la trouve aussi chez beaucoup d'autres, et presque chez tous. Parlant des diverses théories hystériques, « ce qui montre, dit-il, combien ces théories sont fragiles, c'est qu'elles sont restées pour la plupart le monopole d'une École en quelque sorte, ceux qui les avaient conçues continuant leurs recherches en restant fidèles à la manière de voir qu'ils avaient adoptée, l'illustrant dans chaque publication de faits qu'ils croyaient d'autant plus démonstratifs qu'ils étaient portés à les interpréter d'une certaine façon, et c'est ainsi que nous avons eu l'hystérie suivant Charcot, l'hystérie suivant Bernheim, l'hystérie suivant Sollier, suivant Babinski, pour ne pas dire suivant chaque auteur ».

L'autre façon, et qui semble la plus logique, consiste à partir des symptômes eux-mêmes et à dégager de ces symptômes une conception vraiment objective de l'hystérie. Supposons un malade qui présente des troubles affectant les caractères essentiels de perturbations névropathiques, sans qu'il soit possible de les rattacher à une lésion anatomique ou biochimique connue. Nous serons en droit de soupçonner l'existence chez le sujet d'une des maladies du système nerveux, dites fonctionnelles ; mais laquelle de ces maladies devons-nous

incriminer ?... Claude déclare qu' « en l'absence de constatations anatomiques ou biochimiques précises, l'interprétation des faits cliniques, même éclairée par la physiologie et la psychologie, est une base bien fragile ». Ce n'est guère encourageant. Il nous semble toutefois que l'observation clinique n'est pas autant qu'on pourrait le croire, en matière d'hystérie, vouée d'avance à l'impuissance. Bernheim, en particulier, nous paraît en avoir tiré un parti assez heureux, et ses interprétations, si elles ne s'imposent pas nécessairement, méritent au moins une épithète plus bienveillante que celle de *base fragile*. D'ailleurs, Claude lui-même admet bien que nous pouvons « faire notre profit de certains faits d'observation clinique bien établis qui éclairent d'un jour nouveau la symptomatologie de l'hystérie ».

A la lumière de ces faits, Claude place à la base de l'hystérie le *nervosisme*. Celui-ci au point de vue symptomatologique, est caractérisé, dans le *domaine physiologique*, par « des réactions excessives non appropriées à la cause qui les a provoquées », et se traduisant « par l'exagération ou la suppression des phénomènes physiologiques du domaine de la motilité, de la sensibilité, de la circulation, des sécrétions, etc... » ; dans le *domaine psychique*, « soit par l'exagération de l'émotivité, de la réceptivité sensitivo-sensorielle, soit par l'apathie, l'indifférence, etc... » ; dans le *domaine psycho-physiologique*, par le trouble des réactions qui, par voie réflexe, « réunissent les fonctions organiques aux fonctions psychiques. »

Voilà donc le terrain sur lequel se développera l'hystérie. Il est déjà, on le voit, passablement riche en symptômes morbides. De ces symptômes, l'hystérie, quand elle viendra, n'en supprimera pas un seul : elle les amplifiera et les transformera tous. Mais l'hystérie n'est pas une amplification ni une transformation quel-

conque du simple nervosisme. Pour passer de l'un à l'autre, il y a bien quelques petites étapes à franchir. Par quels phénomènes sera caractérisée l'étape dernière, l'étape hystérique ? « Tendance à la désagrégation des états psychiques », dit Claude ; réactions exagérées, sous l'influence d'une émotion quelconque, pouvant se traduire, « non plus comme chez le sujet normal ou simplement nerveux, par les pleurs, la modification des traits, la décoloration du visage, etc., mais par la crise convulsive, la crise syncopale, l'accès de sommeil » ; état mental particulier, résultant de la perturbation des fonctions intellectuelles, etc... Que tous ces symptômes aient été relevés chez des sujets *jugés* hystériques, ce n'est point là la question, à moins d'admettre que tout symptôme observé chez un malade regardé comme atteint d'hystérie, est de nature hystérique. Une psychonévrose autre que l'hystérie, et simultanément avec elle, ne peut-elle pas se développer sur le terrain du nervosisme héréditaire ou acquis, et alors, d'après quelle règle faire le départ des symptômes ?... N'est-il pas à craindre que Claude lui-même ne tombe dans le reproche qu'il a fait aux autres de juger des faits sous l'influence de leurs théories préconçues, et de les croire d'autant plus démonstratifs qu'ils sont « portés naturellement à les interpréter d'une certaine façon » ? Les symptômes caractéristiques de la crise ne sont pas ici en cause, dans ce sens du moins tous les neuropathologistes les considèrent comme de nature hystérique ; mais à quelle névrose rattacher ceux qui n'entrent pas dans le cadre de la crise nerveuse ? Cela dépendra de l'idée que l'on se fait de l'hystérie, ou même de considérations absolument étrangères au sujet.

Les récriminations de Terrien (de Nantes), sont à cet égard très suggestives. Sa communication au Congrès de Genève-Lausanne se terminait par quelques

observations dont nous signalons les suivantes : « On ne doit pas également, comme le veut le professeur Bernheim, comme il vient de nous le faire entendre tout à l'heure, réserver à l'hystérie simplement les convulsions, n'accepter que l'hystérie conclusive, l'hystérie avec crises. S'il en était ainsi, je me trouverais dans cette situation singulière : moi qui avais conscience d'avoir vu tant d'hystériques, tant de paralysies considérées comme hystériques, tant de contractures, de cécités, d'aphonies hystériques, je n'aurais pas vu d'hystériques du tout ou du moins très peu d'hystériques, puisque l'hystérie avec crises est très rare en Vendée, 3 cas sur 300 environ. »

Mon Dieu oui, M. Terrien a pu se tromper : il n'est probablement pas plus garanti qu'un autre contre les surprises de la clinique névropathique. En tous cas, une « situation singulière » est celle dans laquelle il se place lui-même en prétendant donner comme preuve du bien fondé de sa théorie, le fait qu'il serait étrange qu'il se soit trompé. Il va de soi que, basée sur de tels principes, la symptomatologie de l'hystérie ne peut manquer de devenir un peu fantaisiste.

Cette symptomatologie, Babinski (de Paris), rêve, comme tant d'autres, de l'enserrer dans des barrières infranchissables. Il existe, d'après lui, et cela est indéniable, des phénomènes morbides que l'on peut à volonté faire apparaître ou disparaître chez certains sujets, dont on peut faire varier comme on l'entend « le siège, la forme, l'intensité et la durée », et cela sous la seule influence, soit de la *suggestion*, pour les provoquer et les modifier, soit de la *persuasion*, pour les supprimer. Ces phénomènes, qui sont ainsi à la merci du médecin, et que Babinski appelle *pithiatiques* (guérissables par persuasion), sont « les paralysies, les contractures, les anesthésies, les attaques dites hystériques », et autres « phénomènes pareils ».

Cette façon de comprendre l'hystérie donne à sa symptomatologie une extension considérable contre laquelle Bernheim a protesté quand il a dit au Congrès : « Hystérie est-il synonyme de suggestion ? Beaucoup d'hystériques à crises sont peu suggestibles. Beaucoup de sujets nullement hystériques et nullement neurasthéniques sont très suggestibles. Voici un confrère nullement nerveux qui ausculte un malade couvert de poux. Je lui fais croire qu'il en a attrapé. Cela m'est arrivé à moi-même. Il sent, ou je sens des démangeaisons réelles, et il se gratte et se gratte jusqu'à ce qu'on lui ait persuadé qu'il n'a pas de poux. Ces démangeaisons gagnées par suggestion, guéries par persuasion, sont-elles un phénomène hystérique ? Ai-je été hystérique pendant que je me suis gratté ? Chose singulière, si la suggestion ou l'autosuggestion servait à définir l'hystérie, tout serait hystérie, excepté elle-même, excepté la crise. Car celle-ci se manifeste d'abord à la suite d'une émotion, sans suggestion, c'est un réflexe émotif, ce n'est pas une suggestion. »

Si Bernheim trouve trop large le cadre symptomatologique de l'hystérie, dans la théorie de Babinski, il en est, au contraire, qui le trouvent trop étroit et demandent qu'on l'élargisse pour y faire entrer un certain ordre de phénomènes dont nous n'avons pas encore parlé, et que Babinski récuse parce que, jusqu'ici, ces phénomènes se sont montrés rebelles à la suggestion.

Mais pourquoi donc, et c'est là le point capital, Babinski réserve-t-il le caractère hystérique aux seuls symptômes pithiatiques ? Après avoir constaté qu'on a réunis sous la dénomination d'hystériques un grand nombre de phénomènes disparates, l'éminent neuropathologiste conclut : « ce qu'il importe donc de faire au début, c'est d'analyser ces divers phénomènes et de chercher à les grouper à l'aide de caractères distinctifs ; il restera ensuite à voir s'il existe un lien entre les

groupes établis ». Babinski s'est livré à ce travail et a reconnu qu'il existait certaines manifestations qui avaient comme caractère distinctif « de pouvoir être reproduites par suggestion chez certains sujets avec une exactitude rigoureuse et d'être susceptibles de disparaître sous l'influence exclusive de la persuasion ». Et Babinski ajoute : « Incontestablement, les accidents de ce groupe appartiennent à la névrose appelée hystérie ». C'est dans cet *incontestablement* que réside toute la question. Pourquoi ces symptômes sont-ils *incontestablement* de nature hystérique ?.. Pourquoi tous ceux-là ?.. Ou encore, pourquoi ceux-là seulement ?.. Le fait que plusieurs symptômes présentent le même caractère, ne suffit pas à établir de façon incontestable que ces symptômes relèvent de la même lésion ; et le fait que plusieurs symptômes revêtent des caractères différents, ne permet pas de conclure incontestablement à l'existence de lésions différentes.

Ce qui, au premier abord, serait de nature à nous surprendre un peu, c'est l'assurance avec laquelle tous ces grands maîtres de la science névropathique formulent leurs théories, et qui n'a d'égale que l'intransigeance avec laquelle chacun d'eux rejette la théorie de son collègue. L'ignorance où l'on est encore de la nature de l'hystérie, malgré toutes les recherches et toutes les discussions, devrait pourtant, nous semble-t-il, commander la plus grande modestie et la plus grande réserve.

Bernheim ne veut pas entendre parler de la conception de Babinski, qui fait de la *suggestibilité* le critérium symptomatologique de l'hystérie, parce que, admettre cette opinion, conduirait à dire, par exemple, que le confrère dont il parle et à qui on a fait croire qu'il avait pris des poux en auscultant un malade, a été hystérique pendant toute la durée de ses démangeaisons. Et pourquoi pas ?.. Si l'hystérie n'est qu'une dia-

thèse, comme certains le prétendent, c'est-à-dire une disposition, d'ailleurs de nature inconnue (relevant peut-être d'un trouble de la nutrition, ou d'un fonctionnement glandulaire anormal) à réaliser certains symptômes particuliers ou certains groupes de symptômes, nous ne voyons pas ce qu'il pourrait y avoir d'étrange à admettre qu'un médecin, quoique « nullement nerveux », et M. Bernheim lui-même, se figurant avoir attrapé des poux, éprouve des démangeaisons et se gratte pour de bon. « Ai-je été hystérique pendant que je me suis gratté ? » demande Bernheim ... Mais oui. Envisagée du point de vue symptomatique, l'hystérie consiste dans la manifestation, qui peut être transitoire, d'une disposition morbide que les circonstances n'avaient pas encore révélée, et que l'influence de la suggestion vient de dénoncer. Et, de même, rien ne s'oppose, si l'hystérie est une diathèse, à ce que nous répondions affirmativement à la question de Bernheim : « Veut-on appeler hystériques tous les phénomènes engendrés par le psychisme émotif ? A ce titre une diarrhée, une indigestion, un battement de cœur, une céphalée seraient de l'hystérie ! »

Bernheim admet bien d'ailleurs, lui aussi, que l'hystérie est une diathèse, une prédisposition à donner, dans telle ou telle circonstance, tel ou tel symptôme ; mais il restreint cette prédisposition, dans le cas de l'hystérie, à donner une *crise de nerfs* sous un *choc émotionnel*. La diathèse hystérique se limite, pour lui, à cette circonstance et à ces phénomènes. Si, sous l'influence de la suggestion, tel sujet est capable, par exemple, de faire une diarrhée, c'est qu'il a une diathèse, une prédisposition telle que chez lui la suggestion actionne, de préférence à tous les autres, du moins pour le moment, l'appareil symptomatique de la diarrhée : ce n'est pas de l'hystérie ; il n'y a hystérie que lorsque l'appareil à crises entre en jeu. Mais pourquoi n'existerait-il pas

une prédisposition plus large, plus générale, rendant le sujet pathologiquement apte à produire et la crise émotionnelle psychodynamique au sens de Bernheim, et aussi les symptômes déterminés par la suggestion au sens de Babinski ?...

Mais Babinski lui-même est aussi intolérant à l'égard de Bernheim, que Bernheim à l'égard de Babinski. Bernheim invoque l'*émotion* comme cause déterminante des phénomènes dits hystériques. Babinski repousse absolument cette conception, dont il est, prétend-il, « facile de démontrer l'inexactitude... Ne sait-on pas, par exemple, qu'un choc moral peut provoquer une hémorragie cérébrale chez un sujet dont les artères sont déjà altérées, et qu'à l'état normal la simple pudeur donne souvent lieu à un érythème ? On sait aussi qu'une migraine ou que la naupathie sont susceptibles de céder sous l'empire d'une émotion ; une personne très digne de foi m'a affirmé que dans une traversée de l'Océan, le bâtiment sur lequel elle naviguait s'étant trouvé en danger de perdition, tous les passagers souffrant du mal de mer en furent guéris par la peur. Qui oserait soutenir que dans ces divers cas, il s'agit d'hystérie (1) ? »

Cela prouve que tous les symptômes qui dépendent d'un choc émotionnel ne sont pas de nature hystérique, et voilà tout. Babinski a donc raison de blâmer les médecins pour qui « il suffirait qu'un trouble nerveux, chez des gens normaux, apparût ou disparût sous l'influence d'une émotion pour qu'il dût être attribué à l'hystérie ». Mais il ne ressort pas de là que certains troubles incontestablement hystériques ne puissent se développer à la suite d'un ébranlement moral. On ne voit pas, par exemple, pourquoi Babinski n'admettrait pas l'existence de l'hystérie chez le sujet qu'il a lui-

(1) Société de Neurologie de Paris, séance du 4 juillet 1907.

même présenté à la Société de Neurologie en ces termes : « Chez le sujet que je présente, sous l'influence de l'excitation de la plante du pied, on voit apparaître la « chair de poule » dans un territoire occupant une portion de la région antéro-supérieure de la cuisse droite. Or, sans exciter même les téguments, en affirmant simplement avec autorité à cette personne que le phénomène en question va se produire, on arrive très souvent à le provoquer et on pourrait penser que c'est la suggestion qui l'a fait naître. Mais ce n'est là qu'une apparence. En effet, le même phénomène se manifeste parfois sous l'influence d'une préoccupation quelconque ou d'une émotion. C'est une réaction somatique vis-à-vis d'une tension d'esprit, d'un mouvement moral, sur lequel la volonté n'a qu'un pouvoir très limité : elle peut tout au plus, en mettant le « moi » en garde contre les agitations intellectuelles ou morales, entraver sa production ; mais une fois que le phénomène est déclanché il échappe à la volonté, et ni celle du sujet ni celle d'autrui ne sont en mesure d'en fixer le siège, la forme, l'intensité ou la durée. » Il faut conclure de là que le phénomène en question n'est pas *hystérique au sens de Babinski*, ce qui ne saurait suffire pour prouver qu'il n'est pas *hystérique* tout court. « On peut en dire autant, ajoute Babinski, des phénomènes vaso-moteurs, qui se comportent comme les phénomènes pilo-moteurs. Il en est tout autrement des troubles vraiment susceptibles d'être suggérés, comme les paralysies flasques, les contractures, les anesthésies, les attaques hystériques. Je puis, par exemple, à mon gré, développer chez un sujet suggestionnable une paralysie du bras ou une paralysie de la jambe, une paralysie flasque ou une contracture ; je puis créer une simple parésie ou une paralysie complète et faire durer la perturbation quelques minutes ou quelques heures. En résumé, les troubles suggérés se distinguent des troubles émotifs

dont il vient d'être question, par ce caractère que la volonté en est maîtresse, qu'elle est capable d'en déterminer ou d'en faire varier le siège, la forme, l'intensité et la durée. »

Il ne reste plus qu'à démontrer que ces *troubles suggérés* sont hystériques, à l'exclusion de tous les *troubles émotifs*, et que l'émotion n'agit pas par suggestion.

D'ailleurs, à l'objection faite par le Dr G. Ballet : « Comment M. Babinski explique-t-il alors ce fait que la manifestation la plus caractéristique de l'hystérie, l'attaque, est généralement provoquée par une émotion ? » Babinski a répondu très modestement qu'« en ce qui concerne les symptômes les plus caractéristiques de l'attaque, le grand arc de cercle, les attitudes passionnelles, etc., il y a tout lieu de croire qu'ils sont bien moins la conséquence de l'émotion que de la suggestion ou de l'imitation qui est une forme de la suggestion ».

Il y a tout lieu de croire... : ce n'est donc pas absolument sûr, et il pourrait se faire, à la rigueur, que la crise, en ce qu'elle a de plus caractéristique, fût provoquée par l'émotion ; et comme tout le monde admet que la crise au moins est de nature hystérique, on peut concevoir qu'il puisse exister des troubles hystériques émotifs. Et Babinski termine par cette phrase qui nous paraît la plus sensée de toutes, bien qu'elle appelle quelques réserves : « Ce sont là, du reste, des questions sur lesquelles on pourra toujours discuter, car elles ne comportent pas de solution définitive. »

Nous avons parlé jusqu'ici de la symptomatologie hystérique *en général*, et nous devons bien nous en tenir à ces vues d'ensemble, faute de pouvoir signaler et discuter chaque symptôme en particulier. Il y a cependant deux ordres de phénomènes qui méritent

une mention spéciale. Le premier comprend toutes les manifestations morales particulières aux hystériques, et l'autre un certain nombre de symptômes qui semblent, à première vue, être purement organiques.

Au point de vue moral l'hystérie jouit d'une fort mauvaise réputation. On a coutume de dépeindre les hystériques comme des fantasques, des fourbes, des menteurs, surtout des voluptueux, des érotiques. Sans doute, des sujets qui sont tout cela, peuvent présenter en outre des troubles fonctionnels relevant de l'hystérie ; mais ce n'est pas une raison pour que de l'hystérie relève aussi leur perversion morale. Nous avons déjà dit que Bernheim traitait d'« hystérique de roman », l'hystérique dépeinte de la sorte : menteuse, simulatrice, perfide, érotique. C'est aussi peut-être l'hystérique de laboratoire, l'hystérique dressée pour la présentation clinique, ou cultivée dans un but plus ou moins avouable : cette question est moins du domaine de la neuropathologie que de celui de la police des mœurs. L'hystérique *nature*, du seul fait de son hystérie, n'est pas un être dépravé. Fourberie morbide, monomanie génésique, zoophilie, et le reste, doivent être détachées de l'hystérie pour être portées au compte d'autres affections névropathiques. En fait, nous connaissons des hystériques authentiques, des hystériques à crises parfaitement caractérisées, et qui, soit dans l'intérieur de leur vie de famille, soit dans leurs relations de société, ont toujours donné l'exemple d'une conduite irréprochable, et nous pouvons affirmer qu'on trouve parfois chez ces malades, un sentiment des convenances, un tact, une délicatesse de conscience, une pureté de mœurs, que n'ont pas toujours des gens normaux.

Le second groupe de phénomènes qui mérite une mention particulière, est celui des troubles apparemment purement organiques, et que certains toutefois

veulent rattacher à l'hystérie. Raymond (de Paris) s'est fait, au Congrès de Genève-Lausanne, l'écho de cette opinion. Les troubles sur lesquels porte la discussion sont des troubles trophiques, des troubles vasomoteurs, des troubles méningés, des troubles viscéraux.

Mendicini Bono (de Rome) a fait une enquête intéressante au sujet de l'existence de ces troubles soi-disant hystériques, et il en a communiqué le résultat aux Congressistes. « Désirant me faire une opinion personnelle sur la réalité de certains troubles trophiques et vaso-moteurs attribués à l'hystérie par les auteurs classiques, j'ai entrepris une enquête pendant sept mois dans tous les hôpitaux de Paris, auprès de la plupart des chefs de service... J'ai posé à tous les médecins la même question : « Selon vous, l'hystérie est-elle capable de produire des œdèmes, des phlyctènes, du pemphigus, des hémorragies (hémoptysies, hématuries, hématémèses, purpura), de la fièvre, etc., et dans le cas où vous connaîtriez l'existence d'un malade hystérique présentant l'un de ces troubles, voulez-vous m'indiquer l'hôpital et le service où je pourrai l'étudier ? » Presque tous les médecins m'ont répondu catégoriquement que pour leur part, ils n'avaient jamais observé de troubles semblables dans l'hystérie et qu'ils pensaient que les observations publiées sont des erreurs de diagnostic dues le plus souvent à la supercherie des malades ».

Il est indéniable, en effet, que la supercherie a souvent égaré le diagnostic des médecins les plus consciencieux et les mieux avertis. Pourtant, malgré l'enquête de Mendicini Bono, il est bien difficile de n'être pas un peu ébranlé par les affirmations formulées au Congrès en faveur de la thèse opposée. Sans doute, Babinski déclare irrecevables les faits cliniques sur lesquels s'appuient de pareilles affirmations, mais seulement pour cette raison, qui n'est pas absolument

péremptoire, que les faits en question ne rentrent pas dans sa définition de l'hystérie. Cela même, d'ailleurs, est peut-être contestable, comme l'a sagement fait observer Terrien : « Je me séparerai de M. Babinski sur un point important. Je lui dirai, avec tout le respect que j'ai pour son nom qui représente une des gloires les plus sympathiques, les moins contestées de la médecine française, je lui dirai qu'il a tort, selon moi, de ne vouloir accepter comme phénomène hystérique, que le phénomène qu'il a pu provoquer lui-même par suggestion ou effacer lui-même par persuasion. Je lui ferai remarquer qu'il n'a pas vu tous les hystériques, qu'il verra peut-être demain l'hystérique chez qui il pourra provoquer tel phénomène qu'il nie jusqu'ici, et cela parce qu'il n'a pas encore trouvé l'hystérique pouvant le produire sous son commandement. Ainsi M. Babinski nie la fièvre hystérique, nie les troubles vaso-moteurs, nie les troubles trophiques dus à l'hystérie. Je lui ai cité un cas de fièvre hystérique. Je vous dirai sa réponse : « Le cas est impressionnant, a-t-il écrit, et il entraînerait ma conviction, si j'avais pu provoquer par suggestion un de ces actes. »

Le cas dont il s'agit, devait être d'autant plus impressionnant pour Babinski, que l'apparition et la disparition de la maladie semblaient bien relever d'influences suggestives. La fièvre en question probablement de nature grippale, s'était d'abord déclarée au moment du premier quartier de la lune. Cette coïncidence, remarquée par la mère, fut communiquée à la malade. Le mois suivant, au premier quartier, un nouvel accès se produisit, puis un troisième et un quatrième, toujours dans les mêmes conditions. Cette périodicité assez singulière frappa le médecin, M. Terrien lui-même, qui soupçonna être en présence d'un cas d'autosuggestion. Il prescrivit en conséquence les inoffensives pilules de Bleu de méthylène, en tenant à la malade « le petit discours d'usage »,

et en la persuadant que « grâce à ce médicament, et malgré la lune, la fièvre ne reparaîtrait plus, et elle n'a plus reparu ».

Outre cette observation de fièvre hystérique, Terrien a apporté deux autres cas qui paraissent tout aussi concluants, et qui se rapportent, l'un aux troubles vaso-moteurs (main de cadavre), l'autre aux troubles trophiques (phlyctènes).

Raymond avait déjà pris la parole avant Terrien, pour soutenir la même thèse. Il n'a pas d'ailleurs, lui non plus, réussi à convaincre l'irréductible Babinski. Celui-ci, comme Mendicini Bono, n'a jamais observé d'altérations semblables à celles que signalent Raymond et Terrien, et relevant incontestablement de la suggestion ; or il veut voir, pour croire.

La symptomatologie hystérique, depuis le Congrès de Genève-Lausanne, s'est enrichie de nombreuses observations cliniques, sans que les questions qui s'y rattachent soient pour cela devenues beaucoup plus claires. Discuter ces observations nous entraînerait trop loin ; il est préférable de nous en tenir à l'examen des principales questions discutées dans les Sociétés scientifiques où se donnent rendez-vous les maîtres de la neuropathologie contemporaine : telle la *Société de Neurologie de Paris*, ouverte à tous les savants français et étrangers, et dont les séances du 9 avril et du 14 mai 1908 ont été particulièrement intéressantes.

La première question posée était ainsi formulée : Dans l'ensemble des phénomènes rattachés à l'hystérie, n'existe-t-il pas un groupe spécial de troubles qui puissent être exactement reproduits par la suggestion et qui puissent disparaître sous l'influence de la seule suggestion ou persuasion ? En particulier : certaines variétés de crises convulsives, de paralysies, de contractures, d'anesthésies, d'hyperesthésies, de troubles

des sens, de troubles du langage, etc., ainsi que certains troubles respiratoires, digestifs, etc.

La réponse à cette question fut affirmative, à l'unanimité des membres de la Société et des correspondants présents à la séance. M. Gilbert-Ballet a pourtant fait une réserve, qui d'ailleurs s'imposait : « Il est bien entendu que nous n'avons pas à émettre ici un vote sur une question scientifique, mais que nous nous proposons simplement de faire connaître notre opinion. »

L'accord a été un peu moins spontané et un peu moins complet au sujet des stigmates hystériques (hémianesthésie sensitivo-sensorielle, rétrécissement du champ visuel, polyopie monoculaire, dyschromatopsie, abolition du réflexe pharyngé, zones hystérogènes, etc.). Il s'agissait de savoir si ces stigmates sont le résultat d'une suggestion inconsciente, le plus souvent d'origine médicale, ou si, parfois du moins, ces stigmates peuvent, en dehors de toute suggestion, se développer spontanément sous une influence encore inconnue. La question, au fond, revenait à celle-ci : aux phénomènes dont nous venons de parler, et que nous reconnaissons tous comme dépendants de la suggestion, devons-nous ajouter un autre groupe de phénomènes, les stigmates, par cette raison qu'ils dépendent de la suggestion tout comme les premiers ?

Les éminents neuropathologistes ont été unanimes à admettre que les stigmates hystériques, dans l'immense majorité des cas, sont provoqués par le médecin qui les recherche. Selon Babinski, il en serait même toujours ainsi. Jamais, par exemple, on ne découvrirait d'hémianesthésie chez les hystériques, si on prenait, en explorant le domaine sensitivo-sensoriel, toutes les précautions qui sont de rigueur dans un pareil examen. Babinski est très exigeant sur ce point, et la science neuropathologiste doit lui en être reconnaissante. « Il faut se garder, dit-il, de poser des questions de ce genre :

« Sentez-vous bien ? » ou encore : « Sentez-vous aussi bien d'un côté que de l'autre ? » Ce mode d'interrogation est détestable, car il suffit pour faire naître dans l'esprit du sujet l'idée d'anesthésie. Voici comment je procède : je fais fermer les yeux du malade que j'examine, puis je commence par le prier de poser l'extrémité de son index, gauche ou droit, sur l'endroit où je l'aurai touché, et souvent, pour exciter son attention ainsi que son amour-propre, je dis aux élèves qui sont près de moi, de manière à être entendu par lui, qu'à en juger par sa mine, il doit être intelligent et qu'il me renseignera vraisemblablement d'une manière précise ; je touche alors superficiellement diverses parties du corps, puis je pince la peau, je la pique, j'exerce des pressions avec le doigt, je croise les doigts les uns sur les autres, je les écarte, je fléchis et j'étends les divers segments des membres, je fais palper des objets divers, ronds, carrés, allongés, etc., j'applique sur les téguments des corps chauds et des corps froids, tout cela tantôt à gauche, tantôt à droite, et si le sujet ne me dit pas spontanément ce qu'il sent, je me contente de lui demander ceci : « Que sentez-vous maintenant ? » ou bien « Qu'est-ce que je vous fais ? »

Examinés de la sorte, aucun des malades présentant les phénomènes hystériques du premier groupe, ne manifeste de stigmate.

Quant au fait de savoir si les stigmates peuvent se développer en l'absence de toute suggestion, c'est un point que Brissaud estime d'une si grande importance qu'il est absolument « nécessaire d'y répondre, — fût-ce en disant qu'il est impossible d'y répondre ». Telle en effet a été la conclusion, et il ne pouvait pas en être autrement, car, même lorsque l'examen le plus minutieux ne découvre dans la genèse des stigmates aucun indice de suggestion, on n'est pas pour cela en droit d'affirmer qu'il n'y a pas eu suggestion (ou autosug-

gestion) dans le cas considéré. L'influence suggestive peut se glisser dans le psycho-physiologisme du sujet à la faveur d'une expression parfaitement insignifiante dans la pensée de celui qui la prononce, mais qui prend chez le malade une importance inattendue et dont l'action, même immédiate, échappe au médecin, comme au sujet lui-même. Cette action, d'ailleurs, au lieu d'être immédiate, peut être à très longue échéance, et, par suite, beaucoup plus difficile encore à saisir. Thomas a fait à la *Société de Neurologie* la relation d'un cas de ce genre : « J'ai observé récemment une fillette âgée de 13 ans, présentant une parésie légère du bras gauche, une zone hystérogène au niveau du sein gauche, quelques troubles intermittents de la marche. Dès que la malade fut isolée en dehors de sa famille, la parésie du bras disparut, mais un jour, en appuyant le doigt sur le bras gauche, j'ai provoqué instantanément une crise de sommeil ; le même phénomène s'était produit la première fois que j'avais vu la malade chez elle, et dans les mêmes conditions, c'est-à-dire en appuyant sur la même zone hystérogène. Cette fois, je partis sans y faire plus d'attention... Le lendemain, je l'avertis qu'elle ne reverrait pas sa famille tant qu'elle aurait des accès de sommeil semblables, et que, pour commencer, elle en serait séparée pendant six semaines. Depuis, la malade n'a eu aucun accès de sommeil, et, après quelques injonctions, la zone hystérogène a complètement disparu. Je ne veux pas discuter ici la part de la simulation, mais je me suis demandé pourquoi cette malade avait fait du sommeil plutôt que tout autre accident. J'ai interrogé la famille pour savoir si l'enfant n'avait pas vu des sujets en état de sommeil provoqué, si elle n'en avait pas entendu parler ? A force de recherches, les parents se sont rappelé que, trois ou quatre ans auparavant, la fillette avait assisté, à la campagne, à une séance d'hypnotisme et de sugges-

tion. Je n'affirme pas que ce souvenir antérieur ait agi comme une suggestion, ou qu'aucun autre ne soit intervenu ; mais il est possible qu'il ait eu une influence immédiate. Les parents auraient très bien pu ne pas s'en souvenir, et après avoir prolongé mon enquête, je l'aurais abandonnée sans être arrivé à un résultat. Le fait prouve que je n'aurais pas été en droit de conclure que les accidents présentés par la malade n'étaient nullement motivés par une suggestion. »

Il semble donc qu'on doive admettre que les stigmates hystériques, tels qu'on les avait conçus jusqu'ici, c'est-à-dire comme des altérations permanentes existant avant tout examen médical et en dehors de toute suggestion, n'existent pas, et qu'on doit les regarder comme des accidents hystériques semblables aux autres, en ce qui touche leur mode d'apparition et de disparition.

Voilà donc déjà deux groupes de symptômes qui, d'après les membres de la *Société de Neurologie*, sont sous la dépendance de la suggestion, et qui, par conséquent, au moins pour l'école de Babinski, doivent être retenus parmi les phénomènes hystériques.

En est-il de même d'un troisième groupe de manifestations morbides, qui comprend les réflexes tendineux, les réflexes cutanés, les réflexes pupillaires, les fonctions circulatoires et trophiques (dermographisme, urticaire, œdèmes, éruptions, hémorragies, ulcères, gangrène), les fonctions sécrétoires (urine, sueur, salive), la température (fièvre) ?... Ce point a également été mis en discussion. L'accord s'est fait rapidement sur certains points. Ainsi, on admet généralement que la suggestion n'a aucun pouvoir direct ni sur les réflexes tendineux, ni sur les réflexes cutanés, ni sur les réflexes pupillaires.

La question des troubles circulatoires et trophiques n'a pas, par elle-même, donné lieu à une très longue discussion, et Babinski a pu conclure : « La question

posée est bien précise : peut-on, par la suggestion, provoquer des troubles circulatoires et trophiques tels que le dermographisme, l'urticaire, l'œdème, les ulcérations ? Pour ma part, je ne le crois pas, ou du moins je déclare n'avoir jamais observé de faits de ce genre. Je demande aux membres de la Société si quelqu'un d'entre eux a pu faire naître, par la suggestion, l'un quelconque de ces troubles. Je constate que personne, y compris M. Raymond, ne donne à cette question une réponse affirmative. »

Cependant, la question des troubles circulatoires et trophiques a fait surgir celle du mensonge morbide, que nous devons signaler, pour insister sur ce fait que la simulation n'est pas particulière à l'hystérie, qu'elle ne lui est pas essentielle, et que, quand elle se présente chez des malades incontestablement hystériques, elle peut, même chez eux, relever de causes qui n'ont rien à voir avec l'hystérie. Brissaud a signalé le cas d'une jeune fille qui, au cours d'un travail de couture, s'était piquée au pouce gauche. Un petit abcès qui survint fut incisé, et on trouva au fond de la plaie un fragment d'aiguille. Quelques jours après, un nouvel abcès se forma, cette fois à l'avant-bras gauche ; un fragment d'aiguille en fut retiré. Un troisième abcès se produisit quelques semaines plus tard à la région supérieure du bras : troisième extraction d'un fragment d'aiguille. Enfin, après quelques jours, la malade exhibait « avec complaisance » un quatrième abcès, au sein gauche, « Cependant, dit Brissaud, cette enfant n'avait en apparence rien d'une simulatrice, elle était raisonnable, travailleuse ; aucun motif ne pouvait expliquer une telle supercherie de sa part. Mais pouvons-nous entrevoir toutes les raisons des supercheries ? » Il peut y en avoir d'absolument étrangères à l'hystérie. Il faut donc, avant de parler de mensonge hystérique, de simulation hystérique, de mythomanie hystérique, y regarder à deux

fois, et ne pas croire qu'il y a hystérie partout où il y a supercherie. La supercherie peut n'être pas morbide, et quand elle est morbide, elle peut être associée aux maladies les plus diverses. Brissaud l'a signalée dans la morphinomanie : « Un morphinomane, soumis à une étroite surveillance, que je soignais à l'annexe de l'Hôtel-Dieu, finit par avouer qu'il cachait une seringue de morphine dans son rectum. Cet homme, pour se débarrasser d'une surveillance qui l'exaspérait, eut un beau mouvement d'apparente franchise. Eh bien ! ce n'était pas une seringue qu'il cachait dans son rectum. C'étaient deux ! Dans le domaine de la mythomanie, les malades, hystériques ou non, sont capables de tout, et *je n'aperçois pas le critérium du mensonge hystérique* (1). »

Dans la suite de la discussion, les troubles des fonctions sécrétoires ont également été regardés comme indépendants de la suggestion. Seule, la question de la fièvre hystérique est demeurée sans solution.

Un point important restait à examiner : comme les troubles de la réflectivité, de la trophicité, de la sécrétion, de la température, se présentent très fréquemment en concomitance avec les troubles dépendants de l'influence suggestive, doit-on admettre qu'il existe un lien entre ces deux ordres de troubles, et ce lien, s'il existe, est-il un lien de causalité, d'interdépendance, ou d'association et de simple coïncidence ?... Il est clair que s'il existe un lien, et que ce lien soit un lien de causalité, tous ces troubles devront rentrer dans la symptomatologie hystérique, puisque certains de ces troubles (ceux qui évoluent ou peuvent évoluer sous la seule influence de la suggestion) sont regardés comme de nature incontestablement hystérique. Aussi, Babinski, qui n'admet comme hystériques que les phéno-

(1) Dans le cas cité par Brissaud, la supercherie peut être considérée comme morbide, parce que le sujet était irrésistiblement poussé à tromper par son besoin insurmontable de morphine.

mènes dépendants de la suggestion, a-t-il nié tout rapport causal, et accepté seulement une simple coïncidence. Raymond, comme il fallait s'y attendre, a soutenu l'opinion contraire, non pas, dit-il, qu'il prétende « que les troubles trophiques soient le fait de la suggestion ; mais simplement qu'ils relèvent, chez les hystériques, d'un élément morbide surajouté, actionné par la névrose ». Mais cela ne fait, nous semble-t-il, que reculer la difficulté, et ne la résout pas : cet élément morbide surajouté, dans quelles relations est-il avec les symptômes qui relèvent de la suggestion ? Y a-t-il simple coïncidence, ou rapport de causalité ?... Raymond s'est pourtant montré absolument intraitable, et dans la discussion assez vive qui s'est engagée, il a seul tenu tête à l'orage jusqu'au bout, si bien que Babinski, en clôturant la séance, a pu dire : « Avant de nous séparer, je désire faire remarquer qu'il résulte déjà de cette discussion que la conception ancienne de l'hystérie a subi une véritable transformation dans l'esprit de tous les neurologistes ici présents, à l'exception de M. Raymond. »

Nous avons déjà dit que, pour Babinski et son école, tout phénomène pouvant être produit par la seule suggestion, et guéri par la seule persuasion, devait être regardé comme de nature hystérique, et que, par suite, tous les troubles que les membres de la *Société de Neurologie* ont admis comme dépendants de la suggestion, devaient rentrer dans la symptomatologie de l'hystérie. Ce point particulier a été mis en discussion dans la séance du 14 mai 1908. On s'est demandé s'il n'existait pas, en dehors de ce qu'on a appelé hystérie, des états morbides au cours desquels on observait des troubles qui pouvaient être exactement reproduits par la suggestion et qui pouvaient disparaître sous l'influence de la seule suggestion ou persuasion.

Déjerine a d'abord réclamé, avec raison, que l'on

précisât ce que, en l'espèce, on entend par *suggestion*. Nous sommes tous suggestibles, bien que à des degrés divers, et « s'il est facile de suggestionner un enfant ou un débile intellectuel, il est non moins facile de suggestionner un sujet cultivé, il suffit de savoir s'y prendre » ; il est pourtant inadmissible que nous soyons tous des hystériques. Là-dessus, on a entrepris de donner une définition de la suggestion hystérique. On ne peut en aucune façon admettre celle de Bernheim : « Toute idée introduite dans le cerveau et acceptée par lui. » Ceci, c'est la suggestion banale, réalisable dans l'hystérie, mais réalisable aussi en dehors de cette névrose, chez des sujets soit pathologiques, soit normaux. Babinski, qui était tout désigné pour trancher la question, s'est contenté de dire qu'il convenait de donner au mot *suggestion* le sens péjoratif d'« insinuation mauvaise » qu'il a généralement dans le langage courant, et de réserver le terme de *persuasion* pour désigner les idées raisonnables qu'on cherche à faire accepter à autrui. Crocq (de Bruxelles) ne voit pas ce qu'il peut y avoir de déraisonnable dans une suggestion thérapeutique, la guérison lui paraissant, au contraire, une idée très raisonnable. Sans doute ; aussi bien ne s'agit-il pas de cela. Ce qui est contraire au bon sens, ce n'est pas de faire croire à quelqu'un qu'il va guérir, mais qu'il va guérir en employant tel moyen qui, par lui-même, est absolument inefficace. D'ailleurs, Crocq a raison de critiquer l'opinion de Babinski, mais à un autre point de vue, c'est que l'insinuation déraisonnable peut agir sur un sujet qui n'est pas hystérique, tout comme sur un sujet qui l'est manifestement, et alors nous avons affaire, non pas à la suggestion spécifique de l'hystérie, mais à la suggestion ordinaire, en vertu de laquelle on pourra faire un hystérique de n'importe qui. On a toutefois semblé s'entendre pour faire abstraction, en pratique, du sens péjoratif que

l'usage peut avoir attaché au terme de suggestion, et pour employer ce terme, non seulement dans le cas où il s'agit de provoquer des troubles, mais aussi dans le cas où il s'agit de les guérir : ceux qui tiennent à simplifier la terminologie pourront donc, désormais, laisser de côté le mot de *persuasion* pour ne plus parler que de *suggestion*. Et comme la suggestion peut agir sur des sujets parfaitement sains pour déterminer en eux des altérations variées et plus ou moins profondes, il est entendu que dorénavant, quand on parlera d'altérations dépendant de la suggestion, on aura uniquement en vue la production de ces altérations chez des individus anormaux. Il ne restait plus après cela que la question suivante à poser : les troubles produits ou détruits pas la suggestion, chez des individus anormaux, sont-ils le propre de l'hystérie, ou bien ces mêmes troubles peuvent-ils être observés dans d'autres états morbides ?... Hélas ! oui, ces troubles peuvent être produits ou détruits par la seule suggestion, dans d'autres états morbides que l'hystérie ; ils ne sont donc pas exclusivement caractéristiques de cette maladie, et par suite, le fameux critérium de la suggestibilité sur lequel on croyait pouvoir compter pour faire le départ des altérations qui sont certainement hystériques, et de celles qui certainement ne le sont pas, a paru, à l'examen, insuffisant. Il a donc fallu le modifier. H. Meige a proposé de lui adjoindre le facteur *temps*. On pourrait, au point de vue de la suggestibilité, confondre l'hystérie surtout avec les diverses modalités neurasthéniques. Mais chez ces dernières, la suggestion agit beaucoup plus lentement que dans l'hystérie. Chez les hystériques « les modifications curatives se font avec une telle rapidité qu'il semble bien que la persuasion seule ait été efficace » ; quand il s'agit, au contraire, de guérir par persuasion les neurasthéniques, les obsédés, les douteurs, « il faut compter des jours, des

semaines, quelquefois des mois, pour obtenir l'amélioration et plus rarement la guérison. On peut se demander alors si l'action de la persuasion est seule responsable de ces cures. » Le critérium de suggestibilité semble donc garder toute sa valeur.

Mais Déjerine s'est immédiatement inscrit en faux : « Il m'est impossible, a-t-il dit, d'admettre que la plus ou moins grande rapidité de la guérison obtenue par la persuasion puisse servir de critérium pour distinguer une suggestion morbide développée chez un hystérique ou un neurasthénique. » Chez les hystériques aussi, « c'est par jours quelquefois, par semaines ordinairement, par mois souvent, qu'il faut compter pour arriver à une complète guérison des accidents. Et encore faut-il se rappeler qu'il y a des cas d'hystérie rebelles à toute persuasion pendant des années, et partant plus ou moins incurables. Par contre, chez les faux gastropathes, les faux urinaires, les faux cardiaques, etc., si dans les cas anciens il faut souvent des semaines et des mois pour arriver à changer la mentalité du sujet — et c'est dans ces cas-là que l'isolement dans une maison de santé est absolument nécessaire — il en est d'autres où parfois il m'a suffi d'une *seule* conversation pour orienter l'esprit du sujet dans le bon sens et pour le guérir. » .

Crocq a appuyé l'observation de Déjerine, et Brissaud est venu à la rescousse, tout en faisant quelques petites concessions à M. Meige. Celui-ci a dû revenir sur son opinion, pour la préciser. Il n'a pas voulu dire que les phénomènes hystériques étaient *toujours*, et dans *tous les cas*, immédiatement guérissables par la persuasion, mais qu'ils présentaient ce caractère de pouvoir être, *dans un grand nombre de cas*, supprimés rapidement, ou même brusquement, par une action persuasive ; et il nie que la psychothérapie puisse obtenir de pareils résultats dans les cas de neurasthénie,

de phobie, d'obsession. Babinski est évidemment de l'avis de Meige : c'est son critérium hystérique qui est en jeu. Mais Déjerine revient à la charge. Son argument est surtout tiré de la pathologie stomacale, ou gastropathie, qu'il étudie « depuis bientôt vingt ans ». Déjerine prétend que sur 100 sujets qui se plaignent de maladies d'estomac, 90 sont de faux gastropathes. Voici comment le savant neuropathologiste décrit la genèse de cette affection : « A la suite d'un choc moral quelconque, un sujet, jusque là bien portant, commence à éprouver des troubles digestifs. Il n'y a rien là que de très ordinaire et c'est un proverbe populaire bien connu de toute antiquité, qu'un individu qui a des chagrins, des soucis, digère mal. Ce dyspeptique va consulter un médecin qui, neuf fois sur dix, lui affirme qu'il a l'estomac malade, que c'est cet organe plus ou moins distendu qu'il faut soigner. Il pratique chez lui le repas d'épreuve, l'analyse du suc gastrique, et termine sa consultation en lui prescrivant un régime plus ou moins sévère et une médication plus ou moins appropriée. Et tout cela sans jamais s'enquérir de l'état mental de son sujet, des conditions psychiques qui ont amené ces troubles dyspeptiques. A partir de ce moment, la suggestion est effectuée, l'idée d'une altération de ses fonctions digestives hante perpétuellement l'esprit du patient et c'est ainsi que se constitue de toutes pièces une véritable psychose. Si le sujet appartient aux classes inférieures de la société, il errera de service d'hôpital en service d'hôpital ; s'il est dans des conditions d'aisance ou de fortune, il ira chercher dans des stations minérales appropriées, ou dans des cures d'altitude, un soulagement à ses maux. »

Cette gastropathie psychopathique, créée par la seule suggestion médicale, la seule suggestion médicale est aussi capable de la guérir. Déjerine va jusqu'à dire que ce traitement psychothérapique est infaillible. Il y

faudra un temps plus ou moins long, selon les cas ; parfois très court, et Déjerine a vu des sujets « débarrassés complètement et pour toujours de tous leurs troubles digestifs après quelques entretiens psychothérapiques, parfois même après un seul ».

Cela n'embarrasse pas Babinski, qui réplique que rien ne prouve que les faux gastropathes de Déjerine ne sont pas des hystériques. Mais Déjerine soutient que ses sujets sont de simples neurasthéniques.

Dupré intervient pour fournir un terrain d'entente. Parmi les pseudogastropathes, il y aurait des hystériques, des neurasthéniques, des malades organiques (tabétiques, médullaires ou cérébraux), et d'autres encore ; or, seuls les pseudogastropathes hystériques seraient guérissables par suggestion, tout comme les pseudocardiaques et les pseudourinaires hystériques. De la sorte, la suggestion garderait toute sa valeur de critérium hystérique.

Ce raisonnement se heurte toutefois à une difficulté qui nous paraît grave. Déjerine, en effet, affirme que tous ses pseudogastropathes guérissent par persuasion. Il faudrait en conclure qu'il n'a jamais vu que des pseudogastropathes hystériques ; or cela est inadmissible, étant donné le nombre considérable de cas psychogastropathiques qu'il a eu, pendant plus de vingt ans, l'occasion de traiter.

La discussion se prolongeant sans résultat, H. Meige a jugé bon de faire remarquer qu'on s'écartait un peu du programme, et qu'il serait peut-être utile de revenir à la question précise qu'il s'agissait de résoudre : « Est-ce que dans la maladie du doute, dans les obsessions, dans les phobies, dans la neurasthénie, dans la psychasthénie, on retrouve des troubles présentant exactement les mêmes caractères que ceux désignés au paragraphe 1er (c'est-à-dire pouvant être reproduits par la suggestion et disparaître sous l'influence de la seule

suggestion ou persuasion) ? Peut-on citer d'autres états morbides où l'on observe ces mêmes troubles ? Quels sont ces états morbides ? S'ils ont un nom, qu'on les nomme ! »

Ainsi mis en demeure de préciser leur pensée, quelques membres se sont récriés. « Les questions qu'on nous pose, a déclaré Pitres, sont quelque peu tendancieuses, et l'on semble chercher à nous contraindre à répondre par des négations ou des affirmations formelles, sur des points au sujet desquels nous n'avons pas et ne pouvons avoir d'opinion arrêtée. » Et Crocq : « Je corrobore l'opinion émise par M. Pitres : on nous accule, on nous oblige à ne parler que du pithiatisme et à laisser dans l'ombre la question de l'hystérie ! On cherche à nous faire déclarer que le pithiatisme se résume dans l'hystérie, et parce que nous cherchons à prouver que les deux termes ne sont pas tout à fait analogues, on nous demande de définir l'hystérie. Nous reconnaissons que l'hystérie ne peut être définie nettement par les données que nous possédons aujourd'hui, mais nous ne nous croyons pas pour cela obligés de nous rallier à une interprétation que nous considérons comme incomplète. »

M. Meige et Babinski ont eu beau protester de leur bonne foi, il a fallu céder momentanément devant l'orage. On a donc passé à une autre question : la même, au fond, mais sous une forme différente. La voici : Faut-il conserver le mot *hystérie ?* Si oui, à quels troubles faut-il l'appliquer ? Faut-il le réserver seulement aux phénomènes désignés au paragraphe 1er, ou l'appliquer à d'autres phénomènes encore ?

Il n'a pas été possible aux membres de la Société de s'entendre sur ces points trop précis, et Babinski, en fin de séance, a dû se contenter d'enregistrer leur désaccord : « Les uns estiment avec moi qu'il est logique de convenir qu'on appellera hystériques ou pithiatiques

tous les phénomènes ayant pour caractère de pouvoir être reproduits avec rigueur par la suggestion et disparaître sous l'influence de la seule suggestion, quel que soit le terrain sur lequel ils se développent. Les autres soutiennent que les troubles de ce genre (troubles pithiatiques) peuvent appartenir à des névroses diverses ; mais je constate qu'aucun d'eux ne va jusqu'à prétendre qu'il y ait, en dehors de ce que j'appelle hystérie, une affection bien caractérisée, bien cataloguée (maladie du doute, neurasthénie constitutionnelle, etc.), qui puisse disparaître sous l'influence de la seule suggestion ou persuasion. »

Babinski s'est attiré un démenti immédiat : « Je ne suis pas d'avis, lui a dit Déjerine, d'adopter le terme de pithiatisme à la place de celui d'hystérie, car, je l'ai dit et je le répète, la suggestibilité n'est nullement l'apanage de l'hystérie, mais *se rencontre tout autant chez le neurasthénique.* »

Là-dessus on a déclaré que la discussion sur l'hystérie avait eu d'importants résultats, et on s'est promis de la reprendre à la prochaine occasion.

En février 1909, la question est revenue à la *Société de Neurologie*, à propos de la fièvre et des troubles trophiques attribués à l'hystérie ; mais elle s'est d'ailleurs limitée à ce point spécial et a consisté en une simple altercation entre Raymond et Babinski. Il est presque inutile de dire que chacun des deux adversaires garde toujours son opinion et tâche d'interpréter dans le sens de cette opinion les faits nouveaux que nous apporte chaque jour la clinique névropathique. Il faut signaler seulement la conclusion de la *Société Belge de Neurologie*, que Raymond invoque à l'appui de sa thèse : « Tout en admettant que la simulation consciente intervient dans un grand nombre de cas dans la production des troubles circulatoires, sécrétoires et trophiques, nous pensons que ces phénomènes peuvent

se produire spontanément dans l'hystérie et être mis en rapport avec cette névrose (Séance du 28 novembre 1908). »

A l'heure où nous écrivons ces lignes, l'année 1910 n'a pas encore apporté de solution définitive sur la symptomatologie de l'hystérie, et ce n'est pas nous avancer beaucoup que d'affirmer que cette année s'achèvera sans que, sur ce point, les neuropathologistes aient enfin réussi à se mettre d'accord.

Quelle idée pouvons-nous donc nous faire, à l'heure actuelle, de la grande névrose, au point de vue des symptômes qui la caractérisent ?

Nous ferons d'abord remarquer, avec Bernheim, que ce qu'il y a de plus frappant dans l'hystérie (et de primordial, en ce sens que c'est ce qui a tout d'abord attiré l'attention des médecins) se résume dans une crise de nerfs : « Convulsions, dyspnées, contractures, pseudo-sommeil, agitation désordonnée et cris ». Tous les malades ne réalisent pas la crise de la même façon ; quelques symptômes peuvent faire défaut ; ceux qui se manifestent peuvent se produire avec une durée ou une intensité plus ou moins grande, avec des caractères particuliers répondant au tempérament, aux préoccupations actuelles du sujet ; mais dans leurs traits essentiels, les crises dites hystériques revêtent toutes une forme particulière qui les met nettement à part.

Pourquoi a-t-on donné à ces crises de nerfs le nom de crises *hystériques* ? Parce qu'elles s'accompagnent souvent de phénomènes dans lesquelles les anciens faisaient intervenir l'influence de l'*utérus*. Or l'utérus n'a rien à voir en cette affaire, d'autant que si l'hystérie est beaucoup plus fréquente chez la femme que chez l'homme, on l'observe cependant souvent chez ce dernier. Certains, pour éviter toute occasion d'erreur, voudraient qu'on renonçât au mot *hystérie*, et qu'on le

remplaçât par *pithiatisme* (Babinski) ou *crise de nerfs* (Bernheim), ou tout autre appellation. Malheureusement, ceux qui proposent ces termes nouveaux, les choisissent de telle sorte qu'ils répondent à leur conception personnelle de l'hystérie. Inconvénient pour inconvénient, il n'y a pas grand mal à garder le terme ancien ; il suffit de s'entendre.

Le mot *hystérie* désignera donc d'abord une crise de nerfs spéciale, car toutes les crises de nerfs ne se ressemblent pas. Celle qui nous occupe mérite un nom qui la mette à part, parce qu'elle affecte un caractère particulier : elle est déterminée par suggestion, soit par suggestion directe, soit par suggestion indirecte (résultat d'une émotion ou d'un choc moral quelconque), et elle est toujours curable par suggestion. Une crise de nerfs qui offre cette caractéristique particulière, doit relever d'une cause particulière aussi, et par conséquent porter une étiquette, au moins clinique, qui la distingue ; autrefois, c'était l'étiquette *hystérie* ; cette étiquette, on peut la conserver ; encore une fois, il suffit de s'entendre.

Mais à côté des crises de nerfs que la suggestion peut faire naître et que la suggestion peut également faire disparaître, d'autres phénomènes morbides sont eux aussi, pour ainsi parler, à la merci de la suggestibilité. Reprenons la question discutée à la *Société de Neurologie* : « Dans l'ensemble des phénomènes rattachés à l'hystérie, n'existe-t-il pas un groupe spécial de troubles qui puissent être exactement reproduits par la suggestion et qui puissent disparaître sous l'influence de la seule suggestion ou persuasion ? En particulier certaines variétés de crises convulsives, de paralysies, de contractures, d'anesthésies, d'hyperesthésies, de troubles du langage, etc., ainsi que certains troubles respiratoires, digestifs, etc. » Il faut répondre affirmativement à cette question. Or, ces troubles, eux aussi, par

suite de leur caractère tout spécial, doivent dépendre d'une cause spéciale (peu importe que cette cause soit connue ou ne le soit pas), et méritent, par conséquent, une appellation qui les mette à part; et comme ce caractère spécial est le même que précédemment, tous ces troubles ne font probablement qu'un avec les autres, au point de vue de leur origine, et doivent donc être regardés comme hystériques.

Il faut bien remarquer toutefois — et ceci est surtout important pour certaines conclusions que nous tirerons dans la seconde partie de cet article — que chez un même sujet, à côté de troubles qualifiés d'hystériques pour la raison que nous avons dite, peuvent s'en développer d'autres dépendant d'une cause toute différente. En d'autres termes, tout ce que fait ou souffre un hystérique, n'est pas nécessairement entaché d'hystérie. Aussi concevons-nous parfaitement l'opinion de Babinski. Voici un sujet pseudogastropathe, par exemple, Sa gastropathie, de nature purement psychique, du moins quant à sa cause déterminante, rentre dans le groupe des symptômes pithiatiques, c'est-à-dire des symptômes guérissables par persuasion ou suggestion. Mais rien ne s'oppose à ce que ce sujet, à côté de ces symptômes que nous rattachons à l'hystérie, présente une mentalité et des phénomènes somatiques morbides qui relèvent, soit de la neurasthénie, soit de tout autre maladie, organique ou psychique. Déjerine n'admet pas cette façon de voir. Pour lui, la pseudogastropathie n'est pas de l'hystérie, parce qu'il l'a toujours vue se développer sur un terrain neurasthénique. Raisonner de la sorte, c'est admettre que quelqu'un qui est franchement neurasthénique ou hystérique, ne peut être que neurasthénique ou hystérique, et que c'est nécessairement à l'une ou à l'autre de ces névroses que doivent se rapporter toutes les altérations que présente le sujet. Or, rien n'autorise un semblable raisonne-

ment. Un neurasthénique bien caractérisé peut, par exemple à la suite d'un traumatisme, être atteint d'hématomyélie primitive. Les symptômes de la neurasthénie et les symptômes de l'hématomyélie coexisteront en lui, dépendant de deux causes bien distinctes, qui feront que le sujet sera à la fois et un neurasthénique et un hématomyélique. De même, ce neurasthénique peut, à la suite d'une suggestion, être atteint d'une fausse gastropathie. Pourquoi cette fausse gastropathie serait-elle nécessairement de nature neurasthénique, alors que l'hématomyélie ne l'est pas ? Ne peut-elle pas, comme l'hématomyélie, relever d'une cause absolument distincte de la neurasthénie, et qui précisément serait l'hystérie ?... A moins, peut-être, que neurasthénie et hystérie ne soient, au fond, que deux degrés différents d'une seule et même affection, ce qui pourrait bien être. Dans ce cas, on pourrait encore tâcher de séparer ces deux degrés que l'on caractériserait chacun par un groupe spécial de symptômes ; mais on conçoit que le point limite ne serait pas d'une détermination facile, et qu'on se trouverait souvent en présence de symptômes aberrants que l'on ne saurait trop dans quelle catégorie classer.

En résumé, il existe un certain nombre de phénomènes morbides qui ont pour caractéristique de pouvoir être reproduits et de pouvoir disparaître sous l'influence de la seule suggestion. Ces phénomènes, qui constituent, de ce chef, un groupe tout à fait à part, méritent un nom spécial. Certains avaient déjà reçu le nom d'*hystériques*. Ce nom, nous l'étendons à tous les phénomènes de même caractère clinique, connus ou à connaître, en faisant d'ailleurs toutes les réserves nécessaires touchant le sens étymologique du mot et la nature intime des phénomènes.

Il est évident que les questions encore débattues dont nous venons de parler ne recevront leur solution défini-

tive que le jour où l'on aura réussi à saisir enfin la cause, soit purement fonctionnelle, soit organique, qui est à la base de tous ces phénomènes morbides. L'observation clinique n'aura pas grand rôle à jouer à ce point de vue. Elle ne peut guère que cataloguer des symptômes, les comparer, les grouper d'après leurs allures extérieures, mais sans pénétrer jusqu'à la cause intime qui les détermine. Le dernier mot, dans ces questions tant étudiées et tant discutées, sera sans doute à la cytologie, soit neurologique, soit, peut-être, glandulaire, que l'on a jusqu'ici beaucoup trop dédaignée, et dont l'étude sérieuse s'impose pour servir à la science clinique d'élément de contrôle et d'interprétation.

(A suivre). L. Boule, S. J.

LA CONTRIBUTION DE L'ÉTAT

A LA

CONSTITUTION DES RETRAITES

Une première conférence internationale des Assurances sociales, faisant suite aux Congrès internationaux de Paris, 1889, Berne, 1891, Milan, 1894, Bruxelles, 1897, Paris, 1900, Dusseldorf, 1902, et Rome, 1908, s'est réunie à La Haye les 6, 7 et 8 septembre dernier. A son tour, la ville où, dans des assises solennelles, on a recherché pour les nations un code d'universelle entente et où s'érigera bientôt le Palais de la Paix, a été le siège d'une assemblée, nombreuse au delà de toutes les prévisions, qui s'est livrée à d'importants travaux dont le concept et les conséquences se lient intimement à la poursuite et au progrès de la pacification sociale.

Les assurances sociales sont des institutions qui substituent, à l'attente d'une aumône incertaine, la certitude d'une indemnité, organisant suivant des règles scientifiques le secours mutuel contre les risques communs, généralisant l'acte de prévoyance par l'encouragement public ou même par l'obligation, et accroissant l'effort des sacrifices individuels par des subsides patronaux ou nationaux (1).

(1) Définition donnée par le Comité permanent international des Assurances sociales.

D'abord il ne s'est agi que de fixer la responsabilité patronale au regard des accidents du travail ; puis l'on s'occupa d'autres risques professionnels ou sociaux : les maladies ordinaires ou professionnelles, l'invalidité prématurée, la vieillesse.

Après n'avoir envisagé la situation des veuves et des orphelins que dans le cas où la mort du chef de famille provenait d'un accident du travail, on le fit en tout état de cause, et l'on chercha, soit à organiser d'une façon indépendante l'assurance des femmes et des enfants, soit à la rattacher au régime des retraites de vieillesse ou d'invalidité.

Le chômage involontaire, aussi, a sollicité l'attention et l'on examine à cette heure s'il est possible, notamment en raison de la difficulté d'évaluation et de contrôle du risque, d'y remédier par une véritable assurance.

Enfin, étendant de plus en plus leur action tutélaire sur les individus, les assurances sociales ne se préoccupent plus seulement des ouvriers, mais encore des employés privés, des demi-indépendants, des petits patrons, des petits propriétaires ruraux.

Les assurances sociales sont aujourd'hui entrées dans les mœurs comme elles sont entrées dans les lois ; personne ne conteste plus que l'État a pour devoir de les patronner, de les encourager, de les subsidier. Je ne parle pas de ceux qui, imbus d'un collectivisme intransigeant et utopique, et se plaçant, en réalité, en dehors du domaine même de l'assurance, voudraient imposer à l'État la charge complète de tous les risques sociaux.

La Conférence de La Haye a limité son ordre du jour à deux questions, particulièrement importantes et actuelles : l'organisation du service médical dans les assurances sociales, la contribution de l'État à la constitution des retraites ; la première se rattache direc-

ment au fonctionnement quotidien des institutions d'assurance contre la maladie, l'invalidité et les accidents ; la seconde, d'une essence plus complexe, fait partie des grands problèmes économiques et politiques. C'est de cette seconde question — et spécialement quant aux pensions de vieillesse — que je traiterai dans les pages qui vont suivre.

Certaines législations ont reconnu à la vieillesse et à l'invalidité le droit, sous des conditions déterminées, à des pensions ou subventions dont la charge pèse tout entière sur la collectivité. Dans ce concept on ne peut voir qu'une forme perfectionnée de l'assistance, débarrassée d'un appareil considéré assez communément comme frappant les assistés de sujétion publique et d'amoindrissement social. Alors que, en principe, l'obtention du bénéfice de l'assistance ne dépend que du besoin qu'on en a, l'État n'accorde une retraite de vieillesse ou d'invalidité qu'à ceux qui, pendant un temps plus ou moins long, ont donné des preuves d'attachement au travail et ont eu une conduite régulière. C'est le système dit « Anglo-Saxon », pratiqué en Nouvelle-Zélande et dans quelques autres pays de l'Océanie, au Danemark et en Grande-Bretagne, et aussi en France, en matière d'assistance obligatoire aux vieillards infirmes et incurables (Loi de 1905).

En Nouvelle-Zélande — loi du 1er janvier 1900 — toutes les personnes âgées de 65 ans et résidant dans le pays depuis 25 ans au moins, ont droit à une pension annuelle de 650 francs, si leur conduite a été bonne et si leur revenu ne dépasse pas 625 francs par an. Si le revenu est supérieur à 625 francs, le chiffre de la pension est réduit progressivement. Le nombre des pensionnés est actuellement de 11 770 environ et l'État supporte une dépense budgétaire de 10 millions de francs.

La loi danoise du 9 avril 1891, modifiée par les lois du 23 mai 1902 et du 13 mars 1908, accorde à tout Danois ou étranger naturalisé, âgé de 60 ans révolus, incapable, soit à cause de l'âge, soit à cause de la maladie, de gagner pour lui-même, et pour ceux qui sont à sa charge, ce qui est indispensable à l'existence, une subvention annuelle dont la dépense incombe par moitié à l'État et aux communes. L'octroi de cette subvention est subordonné aux conditions suivantes : être domicilié dans le royaume depuis dix ans au moins, et, au cours de la dernière période décennale, n'avoir point subi de condamnation, eu une conduite scandaleuse, pratiqué un métier infamant et ne s'être point livré au vagabondage et à la mendicité. La jouissance de la subvention ne comporte exclusion d'aucun droit civil, ni soumission à aucune tutelle ou obligation de résidence. La loi ne détermine pas le montant de la subvention, elle confie cette tâche à l'autorité municipale ; celle-ci ne se base pas sur le critérium de l'indigence, du besoin absolu. A Copenhague, par exemple, pour les hommes, ce n'est qu'à partir de 420 couronnes que le revenu annuel devient incompatible avec la subvention dont le but est, en somme, d'assurer l'indépendance économique de ceux qui en bénéficient. La subvention s'accorde aux personnes vivant seules, hommes ou femmes, et, conjointement, aux époux. En 1906-1907 elle a été en moyenne de 197,71 couronnes, à Copenhague, et de 160,03 couronnes pour l'ensemble du pays ; ces chiffres deviennent, respectivement, 162,08 et 118,69 si on considère au lieu du nombre des subventions celui des bénéficiaires. Ce dernier nombre a été pour le même exercice de 70 445 et la dépense totale s'est élevée à 8 118 486 couronnes, dont 4 086 536 pour le compte de l'État. Au Danemark, le quart des vieillards de 60 ans et plus reçoivent la subvention.

La Grande-Bretagne possède depuis le 1er août 1908

une loi en vertu de laquelle tout sujet anglais ou tout étranger naturalisé depuis 20 ans au moins, résidant dans le Royaume-Uni et ne possédant pas de ressources annuelles supérieures à 31 livres sterling 10 shillings, a droit à une pension à l'âge de 70 ans acccomplis. Les assistés, les personnes qui ne se sont pas livrées à un travail régulier, pour autant que leurs aptitudes, leur santé et les circonstances le leur permettaient, les individus ayant subi une condamnation, les gens de mauvaises mœurs et de conduite déréglée sont exclus, en principe, du droit à la pension ou en perdant la jouissance. La pension varie de 1 à 5 shillings par semaine, le maximum est accordé dans les cas où le revenu annuel ne dépasse pas 21 livres sterling. On compte actuellement, dans le Royaume-Uni, 910 000 pensionnés qui coûtent par an à l'État environ 8 millions de livres sterling.

Le système anglo-saxon supprime la participation pécuniaire des intéressés et exclut toute opération d'assurance à long terme; il n'a guère trouvé de défenseurs à la Conférence de La Haye. La loi anglaise, dans le domaine de l'économie sociale, a été qualifiée de manifestation révolutionnaire. On a contesté que les difficultés rencontrées dans la vie par les déshérités de la fortune dussent être un prétexte à une quasi exonération d'obligations sociales que chacun a, pour le moins, le devoir d'essayer de remplir. Il ne faut pas, a-t-on dit, que la loi proclame, pour ainsi dire par avance, vains et illusoires certains moyens par lesquels on cherche à inculquer aux individus, avec le sentiment de leur responsabilité vis-à-vis d'eux-mêmes, de leur famille et de la société, l'amour du travail et le souci de la prévoyance. Certes, on doit prendre son parti de la loi anglaise; la Grande-Bretagne n'abroge pas ses lois, mais si dans ce pays, comme cela est probable, l'intervention de l'État devait s'étendre à d'autres risques sociaux que celui de

la vieillesse, il est à croire que les mesures qui seraient prises s'inspireraient du principe de l'assurance.

Si aux États-Unis, où il n'existe pas de régime légal de retraites, l'idée d'une intervention de l'État sous la forme d'une extension de l'assistance semble avoir quelque solidité, la cause n'en est pas, au contraire, la méconnaissance de la force et des bienfaits de l'assurance. Aussi bien, les États-Unis possèdent de remarquables services de retraites, mutualistes, syndicaux ou patronaux, qui groupent une élite ouvrière et, d'autre part, l'assurance privée offre au public de multiples et ingénieuses combinaisons dont il ne se fait pas faute de profiter. Les études qui vont se poursuivre aux États-Unis et les mesures qui y seront prises devront être l'objet d'un examen attentif et raisonné et il conviendra de ne point se méprendre sur leur signification et sur leur portée.

Deux pays, la Belgique et l'Italie, ont basé la constitution des retraites ouvrières sur le principe de la « liberté subsidiée ». Ce système laisse l'assurance facultative, mais dans une certaine mesure et sous certaines conditions, les versements des assurés effectués à des caisses déterminées sont subsidiés directement ou indirectement par l'Etat.

La loi italienne du 17 juillet 1898, modifiée par les lois du 28 juillet 1901 et du 30 mai 1907, institue, en matière de pensions de vieillesse et d'invalidité, le concours de l'État par l'intermédiaire de la Caisse Nationale de Prévoyance à laquelle a été attribuée une dotation initiale de 10 millions de lire. D'autre part, 10 millions de lire, grossis d'un onzième million, don de S. M. le Roi Victor Emmanuel III, ont été affectés à la constitution d'un Fonds d'invalidité. La caisse bénéficie de certains revenus annuels permanents, destinés à augmenter son patrimoine, à compléter ses recettes ordinaires et à alimenter le Fonds d'invalidité.

Normalement, l'âge de la retraite est 65 ans et il ne peut être inférieur à 55 ans ; en principe, la liquidation des pensions ne s'obtient qu'après 25 années de versements.

La loi accorde : 1° des majorations ordinaires annuelles, de 10 lire au maximum, sur les versements d'au moins 6 ou 9 lire — suivant les catégories — effectués par les ouvriers ;

2° des majorations annuelles spéciales aux ouvriers âgés qui, en vue de diminuer la durée réglementaire des versements — qui ne peut descendre toutefois en dessous de 10 années — s'astreignent à des versements supplémentaires. Les majorations sont égales à ces versements ;

3° des majorations annuelles spéciales, de 1 à 2 lire, suivant les cas, en faveur des personnes affiliées collectivement à la Caisse nationale par l'intermédiaire des Sociétés ouvrières de prévoyance ;

4° des rentes annuelles supplémentaires, de 10 lire, aux membres des Sociétés ouvrières de prévoyance bénéficiant de rentes viagères immédiates acquises à leur profit à la Caisse nationale par ces sociétés.

Les ouvriers invalides ont droit à la liquidation de leur pension, quel que soit leur âge, pourvu qu'il se soit écoulé cinq années, au moins, depuis le premier versement. Si besoin est, cette pension est majorée jusqu'au chiffre de 120 lire par an.

La loi belge du 10 mai 1900, modifiée par les lois du 20 août 1903 et du 31 décembre 1908, octroie sans aucune distinction de rang social, et à partir de l'âge de 6 ans, aux affiliés de la Caisse Générale de Retraite sous la garantie de l'État appartenant à une société mutualiste reconnue, une prime de 0,60 fr. par franc versé, jusqu'à concurrence de 9 francs par an, à condition :

1° Que les versements ne dépassent pas 60 francs par an ;

2° Que l'entrée en jouissance des rentes soit fixée à 55 ans au plus tôt ;

3° Que l'affilié n'ait pas droit à une pension de l'État ;

4° Que les versements antérieurs, y compris les primes, considérés comme ayant tous été effectués à capital abandonné et en vue d'une retraite à 65 ans, n'aient pas constitué une rente supérieure à 360 francs par an.

S'il s'agit d'affiliés non mutualistes, les primes ne sont dues qu'à partir de l'âge de 16 ans et pour autant qu'il ne soit pas payé au profit de l'État, en impôts directs, patentes comprises, une somme de 50 francs ou plus à 80 francs ou plus, suivant les communes.

Il est alloué à toute société mutualiste reconnue ayant pour objet l'affiliation de ses membres à la Caisse Générale de Retraite une subvention annuelle de 2 francs pour chaque affilié ayant versé au moins 3 francs pendant l'année écoulée, non compris les primes des pouvoirs publics. Ces subventions sont, en général, consacrées tout entières à grossir les versements des mutualistes.

Des majorations de prime sont accordées aux personnes nées avant le 1er janvier 1860.

Enfin, tout ouvrier ou ancien ouvrier belge, né avant le 1er janvier 1846 et se trouvant dans le besoin, a droit, à l'âge de 65 ans, à une allocation de 65 francs. Toutefois, ceux qui sont nés en 1843, 1844 et 1845 sont exclus du bénéfice de cette allocation s'ils n'ont pas effectué certains versements à la Caisse Générale de Retraite.

Le montant annuel des primes de l'État s'élève actuellement à environ 5 millions de francs et celui des subventions à 1 million.

Le succès du système de la liberté subsidiée suppose non seulement un effort continu de la classe ouvrière,

mais aussi la coopération des employeurs ; on peut ne point avoir une pleine confiance dans une telle vertu de la part de tous les ouvriers et dans une telle manifestation de solidarité de la part de tous les patrons. Aussi, bien que l'assurance s'accorde avec le régime de la liberté subsidiée comme avec celui de l'obligation, l'un et l'autre étant des moyens propres à son fonctionnement rationnel et à son extension, le régime de l'obligation compte de plus en plus de partisans et beaucoup s'y sont convertis, qui avaient défendu avec chaleur et persévérance l'assurance facultative.

L'Allemagne, par sa loi du 21 juin 1889 modifiée par celle du 13 juillet 1899, est entrée la première dans la voie de l'obligation. La législation allemande a été inspirée par le désir de procurer à la classe ouvrière plus de santé physique et plus de santé morale et de diminuer les charges de l'assistance. L'assurance comporte la coopération de l'État, des ouvriers et des patrons. D'abord, il fut question de faire payer à l'État le tiers des cotisations et les frais de gestion, puis on a préféré lui demander une majoration annuelle de rente de 50 marks. L'intervention de l'État se manifeste, en outre, par la gratuité du service des rentes effectué par les bureaux de poste, par l'entretien du Bureau impérial des assurances, enfin, par la constitution de la partie de la pension correspondant au service militaire.

La pension de vieillesse est due à l'âge de 70 ans et après, au moins, douze cents semaines de contribution. La liquidation de la pension d'invalidité est subordonnée à deux cents semaines au moins de contribution. Suivant la catégorie, les ouvriers payent, par semaine, une prime variant de 14 à 36 pfennigs.

Il y a actuellement 16 millions d'assurés. La charge totale de l'assurance a atteint, en 1908, 200 millions de marks, dont l'État a payé 50,5 sans compter sa part de gestion. Les frais de poste se sont élevés à 6 mil-

lions de marks; il faut y ajouter 700 000 marks, dépense de l'Office impérial des assurances quant aux pensions de vieillesse et d'invalidité. Par suite de l'augmentation de la durée des affiliations, la rente moyenne grossit et, proportionnellement, la contribution de l'État, basée sur une majoration fixe de 50 marks, diminue, mais, en chiffres absolus, le nombre de rentiers croissant, la charge budgétaire augmente, elle atteindra 80 millions de marks.

Ces quelques chiffres évoquent une question importante, celle du plan financier et technique des retraites.

En Allemagne, on a d'abord fait usage d'un système dit de capitalisation par période, qui consistait à demander aux assurés, pendant une période déterminée, des primes invariables suffisantes pour couvrir les charges de cette période, c'est-à-dire le paiement des arrérages de rentes. L'application de la loi impliquant une augmentation progressive du nombre des rentiers, les recettes du début de la période dépassaient les dépenses et il se constituait une réserve qui était peu à peu absorbée. De période en période, les primes subissaient une élévation.

Puis on a substitué à ce système un système de primes moyennes et constantes en supposant une période indéfinie.

On s'aperçoit immédiatement que les primes, dans l'un comme dans l'autre système, ne sont pas affectées au règlement des pensions de ceux qui les payent, mais sont appliquées plus ou moins immédiatement au service des retraites de leurs compagnons frappés par la vieillesse et l'invalidité. Ces systèmes ne sont pas des systèmes de capitalisation, bien qu'ils comportent la formation de certains fonds de réserve ; ils procèdent du principe de la répartition et consacrent un avantage au bénéfice des premières générations de pensionnés.

Il importe en cette matière d'expliquer les choses avec netteté.

En régime de liberté, les versements effectués en vue de la constitution de pensions de retraite ou d'invalidité sont reçus par un organisme qui les fait fructifier. Pour simplifier les choses, je suppose une caisse de retraite fonctionnant sans frais d'administration. Au moment où une pension s'ouvre, la caisse aura mis en réserve, pour en assurer le service, une somme provenant non seulement des versements du nouveau rentier, grossis par le jeu de l'intérêt composé, mais encore d'une partie des contributions capitalisées des affiliés décédés avant d'avoir atteint l'âge de la retraite. En tenant compte du taux de l'intérêt et des lois de la mortalité, on peut établir un rapport mathématique entre les versements unitaires effectués à chaque âge et les quotités de rente dont ils sont productifs. Evidemment, en pratique, cette correspondance ne se réalise pas pour chaque rentier, mais, dans l'ensemble, si le nombre des affiliés est suffisant, il s'établit des compensations d'où résulte tout l'équilibre désirable. Ce système est dit « système de capitalisation » ou « système de couverture des capitaux représentatifs des pensions ».

Ceci dit, je suppose une population en formation, s'affiliant graduellement à une caisse de retraite au fur et à mesure des naissances. Dans cette population, le nombre des vivants aux différents âges reste constant et, dès qu'elle est formée, les décès sont en nombre égal à celui des naissances. Jusqu'à l'âge de la pension, uniforme pour tous, une même cotisation est payée par tête d'affilié non pensionné.

La première année, le premier groupe de nouveau-nés est affilié.

La seconde année, le premier groupe d'un an et le second groupe de nouveau-nés sont affiliés ; et ainsi de suite.

Les cotisations accumulées et capitalisées formeront une masse de plus en plus grande appelée « réserve mathématique », jusqu'au moment où s'ouvriront les premières pensions d'une seconde génération d'affiliés ; à ce moment, cette masse restera immuable et ses intérêts, ajoutés au montant des cotisations annuelles, suffiront à assurer le service des pensions.

Le système de capitalisation s'entend d'un système à engagements bilatéraux : d'un côté, des assurés versant des *primes*, de l'autre, un organisme assureur payant les *pensions*. Si les engagements sont unilatéraux, s'il s'agit, par exemple, de l'État promettant une retraite à une certaine catégorie de citoyens, ce système s'impose-t-il encore ? Vaut-il mieux ou ne vaut-il pas mieux inscrire simplement au budget, tous les ans, les sommes nécessaires au paiement des pensions promises ? Au point de vue mathématique pur les deux procédés sont équivalents car, à un moment donné, quel que soit celui qui aura été choisi, la valeur des engagements de l'État sera la même. Dans le système de capitalisation, il ne fait qu'accuser la réalité des ressources adéquates aux pensions, il ne fait qu'extérioriser sa solvabilité, il ne diminue pas sa dette envers les pensionnés. Je chercherai à apprécier plus loin, à d'autres aspects, les mérites comparatifs, au regard de l'État, du système de capitalisation et du système de liquidation des pensions par voie d'équilibre annuel des recettes et des dépenses, système que j'appellerai : système de répartition pure.

Mais ce n'est pas ce système de répartition pure que l'on a communément opposé au système de capitalisation, c'est un système bien différent.

Je suppose une population constante définie comme plus haut, affiliée instantanément et globalement à une Caisse de Retraite. Tous ceux qui ont l'âge de la pension en jouissent sur-le-champ et constituent une

première génération de rentiers, tous les autres payent une même cotisation annuelle ; les recettes et les dépenses de la Caisse doivent s'équilibrer tous les ans. C'est, dans sa forme la plus accentuée, le système vulgaire de la répartition. Dans ce système non seulement on ne capitalise pas, mais on institue un privilège en faveur des deux premières générations de pensionnés. Aussi bien, la première génération n'aura versé aucune contribution à la Caisse et la seconde aura versé moins que celles qui les suivront.

Le régime permanent établi, le traitement réservé aux affiliés sera le même pour tous, mais la prime annuelle sera beaucoup plus élevée, pour la même pension, que dans le système de capitalisation.

Ce système de répartition ne peut être discuté que dans le cas de l'assurance obligatoire qui appelle la participation des patrons et celle de l'État.

Au regard des assurés, ce système peut être difficilement défendu, car il est en opposition avec le caractère de prévoyance productive qui doit s'attacher aux efforts faits par l'ouvrier dans le but de se constituer une retraite. Il convient que l'ouvrier ait la certitude que ses épargnes lui seront directement profitables, s'il vit jusqu'à l'âge de la pension. La prime de capitalisation est une véritable épargne ; la prime de répartition est un impôt qui ne peut être, dans l'avenir, exactement compensé.

Au regard des patrons, la prime de répartition revêt aussi le caractère d'un impôt, d'un prélèvement sur les bénéfices de l'industrie et elle ne se rattache pas au meilleur concept des liens qui doivent réunir le capital et le travail. Les patrons contribuent à payer les pensions d'ouvriers qu'ils n'ont jamais employés, et peut-être ne contribueront-ils jamais à payer celles des ouvriers qu'ils emploient. Combien est-il plus logique qu'ils apportent leur contribution non seulement en

proportion du travail qui leur est fourni, c'est-à-dire en proportion du salaire qui le mesure, mais aussi au profit direct de leurs propres ouvriers.

Quant à l'Etat, comme dans la pratique on n'a pas à envisager généralement une application immédiate et intégrale des retraites ouvrières, au début, la charge annuelle totale de répartition est moindre que la prime totale de capitalisation, bien que plus tard elle doive notablement la dépasser, ce qui permet de mitiger pendant plusieurs années les dépenses budgétaires ; d'autre part, le système de répartition vulgaire donne le moyen de faire participer les patrons et les ouvriers de la période transitoire à la liquidation d'une sorte d'arriéré social.

Il paraît bien que le système vulgaire de répartition ne distingue pas suffisamment entre les pourvoyeurs de primes : ouvriers, patrons, État. C'est un amalgame dans lequel des principes différents s'opposent et se contrarient sans parvenir à s'unir complètement.

Quoi qu'il en soit, l'on s'accorde pour reconnaître que l'État, pour les engagements qui le concernent en propre, peut et même est forcé de faire de la répartition pure en période transitoire. A considérer les points de vue sociaux et économiques, le peut-il encore en période normale ?

Je note ci-après quelques arguments essentiels contre la capitalisation.

L'État n'a pas seulement le devoir de contribuer à constituer des pensions de retraite et d'invalidité pour les ouvriers, il en a beaucoup d'autres. S'il fait œuvre productive en formant par capitalisation un fonds destiné au service de ces pensions, il le fait aussi en construisant des routes, des canaux, des chemins de fer, en augmentant l'outillage économique du pays.

Il faut considérer aussi que la capitalisation conduit à immobiliser de nombreux capitaux dont la gestion

peut devenir difficile et même périlleuse. Si l'État intervient dans la constitution des retraites, les organismes chargés de concentrer les versements, de les faire fructifier et de servir les pensions, fonctionneront sous son autorité ou sous son contrôle et seront plus ou moins sous sa dépendance. Peut-on assurer que, dans certaines circonstances, les fonds de retraite ne seront pas détournés de leur destination et ne peut-on craindre que l'État, trouvant, grâce aux Caisses de Retraite, un champ de placement favorable à l'écoulement de ses titres, ne soit entraîné à augmenter sans mesure la Dette nationale ?

Par ailleurs, enfin, la capitalisation a une limite pour ainsi dire naturelle et si on voulait en user en vue de toutes les dépenses publiques, la fortune entière du pays n'y suffirait pas. Il faut se méfier de la magie des formules, le capital seul ne crée pas la richesse. Il existe bien des gens qui, sous la forme mobilière ou immobilière, ne possèdent rien ou presque rien mais qui vivent, quelquefois fort largement, de leur travail. Ces gens, comme contribuables, interviennent pour une large part dans le paiement des frais qui incombent à l'État, ils lui fournissent donc des ressources qui ne tirent pas et ne peuvent tirer leur origine de la capitalisation.

Pour l'État, la capitalisation intégrale n'est pas une panacée. Si elle a le mérite de rendre plus apparente, plus tangible pour les candidats à la pension l'intervention de la collectivité, de mesurer à chaque instant les engagements de celle-ci, de rendre à certains moments, en faisant abstraction de certaines contingences, moins onéreux l'accomplissement de ces engagements, il se peut qu'elle doive céder la place à d'autres modalités qui en dérivent, qui s'en approchent ou même s'en écartent complètement. A la majoration des versements on pourra substituer, soit séparément, soit simultané-

ment, la majoration des intérêts, le paiement d'annuités supplémentaires, l'achat d'une rente complémentaire au moment de l'ouverture des pensions, le paiement des frais d'administration. Le problème est complexe et l'État doit tenir compte des mœurs, des traditions, du développement des institutions, du mécanisme des finances publiques et des bornes que la raison et l'expérience assignent dans le temps et dans l'espace à ses œuvres et à son action. D'ailleurs, en pratique, on ne s'arrête pas et on ne peut s'arrêter à une formule rigide et simpliste et l'on cherche à proportionner aux ressources du pays les charges budgétaires dues aux assurances sociales tout en laissant une marge suffisante aux autres dépenses d'intérêt général. A cet égard, plusieurs ont considéré comme ingénieuse la solution adoptée par le législateur français de 1910 et tendant par la combinaison de procédés différents à la stabilisation des contributions de l'État aux alentours d'une somme fixée à l'avance.

La loi française du 5 avril 1910 s'applique à tous les salariés — 10 millions — non encore pourvus de régimes légaux de retraites. En principe, l'existence d'un contrat de travail sert de critérium et l'assurance est obligatoire pour les salariés ne gagnant pas plus de 3000 francs par an. Des versements égaux de 9 francs par an — réduits pour les femmes et les mineurs — sont imposés au patron et à l'ouvrier. Ces versements sont capitalisés en vue, essentiellement, d'une pension de vieillesse à 65 ans. L'État majore cette pension par une allocation annuelle et viagère de 65 francs, si, pendant 30 années, des versements atteignant le chiffre légal ont été effectués ; le capital représentant cette allocation est versé à l'ouverture de la pension. L'allocation est réduite si le nombre d'années de versements n'atteint pas 30 ; ce nombre, toutefois, ne peut être inférieur à 15. Entre 55 et 65 ans, une liquidation

anticipée et proportionnelle de la pension et de l'allocation peut être demandée. A tout âge, en cas d'invalidité totale et permanente, la pension peut être liquidée et l'État y affecte une bonification spéciale.

Pour les salariés ayant plus de 35 ans en 1911, le législateur a arrêté des mesures transitoires : bénéfice de la loi d'assistance aux vieillards âgés de 70 ans et plus ; moitié de la pension d'assistance, avec limitation à 100 francs, aux salariés de 65 à 70 ans ; majoration différentielle, suivant l'âge, jusqu'à un maximum de 100 francs, de l'allocation de 60 francs aux salariés âgés de 45 à 65 ans ; suppression, en faveur des salariés de 35 à 45 ans, de la condition de 30 années de versements.

Un régime d'assurance facultative est ouvert aux salariés gagnant de 3000 à 5000 francs par an, aux femmes et aux veuves d'assurés obligatoirement et non soumises elles-mêmes à l'obligation, aux fermiers, cultivateurs, artisans et petits patrons travaillant habituellement seuls, avec un seul ouvrier ou avec les membres de leur famille, et à ces membres eux-mêmes si des versements sont effectués à leur profit par les chefs de famille.

Les versements des assurés facultatifs sont subventionnés, mais sous la forme de majoration du tiers des versements eux-mêmes et jusqu'à concurrence de 9 francs versés ; la subvention cesse lorsque la rente, à 65 ans, acquise par ces majorations, atteint 60 francs.

Un régime assez complexe est prévu pour les assurés qui passent de l'obligation à la liberté.

En outre, l'État accorde des secours aux orphelins et aux veuves d'assurés et aux assurés atteints d'invalidité.

Des organismes nombreux et variés sont admis à la gestion de l'assurance : Caisse Nationale de Retraite pour la vieillesse, sociétés de secours mutuels, caisses

départementales et régionales, caisses patronales ou syndicats de retraite (organismes patronaux), caisses et syndicats de garantie (organismes patronaux), caisses de retraite et syndicats professionnels (organismes ouvriers). Une place privilégiée est laissée à la Caisse Nationale. Le banquier de tous ces organismes est la Caisse des Dépôts et Consignations et l'État se réserve le contrôle et la direction suprêmes suivant un mode défini par la loi et que des règlements devront rigoureusement préciser et limiter. De ce contrôle et de cette direction et de la gestion financière centralisée, l'État supportera tous les frais. Les dépenses budgétaires de toute nature, inhérentes aux « retraites ouvrières et paysannes », tel est, en effet, le titre de la loi, seront, au début, suivant les prévisions, de 140 millions de francs ; elles progresseront jusqu'à la douzième année pour atteindre 164 millions, puis descendront pour se stabiliser vers la 46e année au chiffre de 120 millions.

La loi française ne procède nullement de principes rigides et exclusifs ; on y trouve à la fois l'obligation et la liberté subsidiée, la capitalisation intégrale et partielle et la répartition, l'assurance et l'assistance. Si pour la grande masse des salariés elle impose l'obligation de l'assurance, en y associant les employeurs, elle marque le désir d'atteindre et de favoriser une catégorie de travailleurs indépendants que leur situation économique rapproche des salariés. Il ne faut pas oublier que l'assurance obligatoire, si l'on n'y prenait garde et si on l'appliquait d'une façon intégrale et sans aucun tempérament, aurait pour conséquence de créer une législation de classe, ce qui, à beaucoup de points de vue, n'est aucunement désirable. Aussi, se prononce-t-on volontiers pour l'extension des bénéfices de l'assurance, en régime basé sur l'obligation, à des catégories de non-ouvriers. C'est, notamment en Autriche, un sentiment assez général : dans ce pays le

projet de loi d'assurance s'adresse aux indépendants dont le revenu n'excède pas 2400 couronnes ; passé ce chiffre, l'État n'alloue plus de subvention.

La Conférence de La Haye a examiné subsidiairement si le développement de l'assurance avait diminué les charges de l'assistance. La réponse, du moins pour l'Allemagne, doit être affirmative, pour autant, bien entendu, que l'on ne fasse pas de comparaison en chiffres absolus et que l'on tienne compte de l'augmentation de la population, du renchérissement du coût de l'existence et de l'amélioration de l'assistance elle-même. Ici, il ne s'agit pas seulement des pensions de vieillesse et d'invalidité, mais de toutes les formes de l'assurance qui ont pour but une meilleure protection de la vie humaine, la réparation et la prévention de tous les accidents communs auxquels elle est exposée. Si, d'une part, l'assurance a pris à sa charge une grande partie des dépenses qui incombaient à l'assistance, d'autre part, elle a rendu la population ouvrière plus robuste et elle a augmenté sa valeur morale, et cela d'une façon générale, car ses prestations ne profitent pas seulement aux assurés, mais aussi à leurs familles. Les ouvriers apprécient la différence entre ces prestations auxquelles ils ont droit et les secours de l'assistance qui leur enlèvent quelque chose de leur indépendance et de leur intégrité civile ; beaucoup recourent à l'assurance facultative pour échapper dans l'avenir au régime de l'assistance.

Par ailleurs, sous l'influence de l'assurance, les œuvres privées ont progressé et se sont perfectionnées et ont enlevé à l'assistance une partie de ses charges et de sa responsabilité.

Si certains budgets d'assistance ont grossi, la cause n'en est pas une augmentation de la misère, mais une plus grande libéralité publique. L'assistance s'est transformée, elle a étendu sa clientèle, amélioré ses méthodes,

agrandi son domaine, anticipé et prolongé son action. On recherche actuellement les causes intimes de l'indigence, on s'efforce de reconstituer une existence aux déclassés, on aide mieux la charité à poursuivre ses fins généreuses.

Ainsi tout se tient et de salutaires influences s'exercent entre les moyens divers que le cœur, la raison et la science s'appliquent à employer pour soulager ou prévenir les infortunes, mettre un frein aux passions qui naissent de la misère, donner à l'homme plus de santé physique et plus de moralité. Sans doute l'assurance, l'assistance et la charité sont choses différentes, chacune a son esprit et sa méthode, et on ne peut les confondre, mais elles ne s'excluent pas nécessairement. Que fait l'État dans certains modes d'intervention, si ce n'est pratiquer une assistance perfectionnée, élargie et en quelque sorte épurée? S'il est plus digne de trouver dans une assurance subventionnée le guide et le complément de son effort personnel, il n'est pas essentiellement dégradant de recevoir les dons de la charité ; celle-ci n'avilit que ceux qui la trompent et l'exploitent.

L'assurance a des limites, l'assistance a les siennes, elles ne peuvent intégrer tous les besoins et tous les maux et, seule continuant son œuvre séculaire, la charité peut descendre au fond de la souffrance humaine pour y apporter son baume et son sourire.

C. Beaujean.

POUR FACILITER LA LECTURE
DES TRAVAUX RÉCENTS
DE
PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE

I
LES COLLOÏDES (1)

Depuis des années se poursuit, dans les soubassements de la physiologie, un sourd travail de transformation, dont la Revue des Questions scientifiques a signalé parfois quelques phases isolées, quelques péripéties fragmentaires. Peut-être le moment est-il venu d'en dégager, sous une forme plus systématique, les lignes actuellement directrices, de coordonner, fût-ce un peu artificiellement, des notions nouvelles, que les curieux de choses physiologiques ne peuvent guère rencontrer encore qu'éparpillées et disjointes. C'est dire que le présent article — qui sera tout à la fois une esquisse de problèmes, une mise au point de quelques résultats généraux et une revue des travaux les plus récents — ne s'adresse point aux spécialistes de la physiologie ou de la biochimie, mais aux lecteurs cul-

(1) Un second, article consacré à l'examen des travaux les plus récents sur *la catalyse et les actions fermentaires*, puis sur *la formation d'anticorps* dans les liquides organiques, signalera les applications qu'a reçues dans ces domaines la théorie des colloïdes.

tivés qui souhaiteraient être introduits rapidement à la connaissance d'un nouveau courant d'idées et de méthodes.

§ 1. *Un truisme*

L'analyse successive des manifestations vitales enserre de plus en plus étroitement le problème de la vie. Enserrer un problème n'est point le résoudre : c'est le définir avec une précision croissante. A ce point de vue, que dépassa parfois l'optimisme naïf de certains chercheurs positifs, il est incontestable que de remarquables progrès furent réalisés ces vingt ou trente dernières années. Nombre de phénomènes de détail, qu'en dépit de toute métaphysique bien comprise on considérait jadis comme « spécifiquement vitaux », se sont montrés réductibles — isolément — à des éléments physico-chimiques. Pourtant, il faut avouer que le coup d'œil des chercheurs manqua souvent de portée : bien rare est chez un spécialiste la vue compréhensive qui remet chaque recherche partielle à sa place. Tel cytomécaniste semble ne voir dans le vivant qu'un édifice ingénieux de fluides et de solides définis ; tel chimiste s'imagine la cellule comme une cornue à réactions qu'il suffirait de vider de son contenu soluble pour en détailler par analyse les constituants profonds et en déceler patiemment les activités les plus intimes. Et puis, nombre de travaux donnent l'impression que les alternatives « physique » ou « chimie », « fluide » ou « solide » y sont érigées en dogmes pratiques, d'une intransigeance de fait sinon de droit. On en vient (1) à devoir faire à Brücke (1861) un mérite de cette phrase qui, après tout, est un pur truisme : « Nous demande-t-on si le fait de ne pas considérer le contenu cellulaire

(1) Czapeck, F., *Biochemie der Pflanzen*, I Bd. Iena 1905, p. 37.

comme un liquide revient pour nous à admettre qu'il soit solide, nous répondrons que non ; et si vous nous dites alors qu'il est donc liquide tout de même, nous répondrons encore que non. Les désignations de solide et de fluide, avec la valeur qu'elles prennent en physique, n'ont point ici d'application adéquate (1). » Aussi bien ne fallait-il pas absolument être un Nägeli (2) pour découvrir que le protoplasme était « semi fluide », mais oubliait-on vraiment trop, en pratique, cet état spécial de la matière vivante.

Attardons-nous un peu à ce truisme de Brücke, car il revêt l'importance des vérités fondamentales en un ordre de recherches.

Que les morphologistes me pardonnent de dévoiler ici une de leurs faiblesses. Mis en présence de cellules aux éléments raidis par les fixateurs, la tentation leur vient, d'instinct, de ne voir au bout de leurs microscopes que des agencements de mailles, de granules, de filaments, de travées solides, de membranes tendues ou plissées, et puis, dans leurs hypothèses d'interprétation, de faire jouer entre elles toutes ces pièces comme celles d'un jeu de patience : on est parfois très heureux déjà qu'ils se souviennent de la fluidité relative du protoplasme et songent à faire flotter leurs éléments figurés dans un liquide quelconque. Leur point de vue ne dépasse pas toujours celui de « micromécaniciens » édifiant — en imagination — de minuscules machines à organes rigides (3). Que le morphologiste soit doublé d'un

(1) Brücke, E., *Die Elementarorganismen*. Sitzungsber. Wien. Akad. Wiss. Bd. 49, 1861.

(2) Nägeli u. Schwendener, *Das Mikroskop*, 1877.

(3) Nous n'entendons nullement déprécier par là les bonnes méthodes cytologiques et histologiques, que nous avons d'ailleurs pratiquées nous-même. Si l'interprétation des réactions microchimiques et la constatation des très fines particularités de structure est chose excessivement délicate, il n'en est plus tout à fait de même des observations portant sur la morphologie d'ensemble de certains organites cellulaires suffisamment individualisés : chromosomes, nucléoles, chromidies, etc.. Et puis l'accord des résul-

physiologiste-physicien, et la cellule deviendra la réduction en miniature d'un laboratoire de physique : les éléments vivants auront à s'y équilibrer impeccablement selon les lois qui manifestent les propriétés diverses des états définis de la matière : solide, liquide ou gazeux ; on estimera des températures et des quantités de chaleur, des déviations du plan de polarisation de la lumière ou du champ électrostatique ; on mesurera des ménisques, des densités, des tensions de vapeur ; on décèlera des conductions ou des convections électriques, que sais-je encore ? tout cela, absolument, ou peu s'en faut, comme si la cellule présentait, sous une simple réduction de volume et de poids, les éléments précis et constants des expériences de laboratoire. Vienne le chimiste : tout son souci sera d'hydrolyser et de précipiter, pour analyser et tenter ensuite des synthèses : et la pensée lui surgira bien difficilement que l'être vivant puisse recéler autre chose qu'un enchevêtrement plus grand des coutumières affinités. Le physico-chimiste lui-même, bien que la souplesse de ses méthodes en permette souvent une application plus directe au vivant, oubliera très aisément que la cellule n'est pas précisément une cuve à électrolytes, où les ions sillonnent librement un solvant quelconque, que les

tats obtenus par l'emploi de méthodes de fixation et de coloration très différentes *peut* donner une solidité nouvelle au terrain d'observation. Nous nous sommes expliqué sur ces points à divers endroits de notre mémoire : « *Sur l'orogénèse des Sélaciens et de quelques autres Chordates.* » (La Cellule, t. 24, 1907). Nous sommes loin de souscrire sans réserves aux sévérites critiques de A. Fischer (*Fixierung, Farbung und Bau des Protoplasmas.* Kritische Untersuchungen über Technik und Theorie in der neueren Zellforschung. Iena, 1899). C'est moins dans l'interprétation statique des structures que dans la reconstitution hypothétique du dynamisme cellulaire, du « mouvement » des structures, que se trahit le point faible des morphologistes trop exclusivement spécialisés. Il faut, en effet, pour édifier utilement une hypothèse, une certaine connaissance déjà du champ des possibilités et des vraisemblances. Or les problèmes auxquels se heurte, tôt ou tard, le morphologiste qui ne se résigne pas à la pure description, impliquent bien des éléments ressortissant à des compétences étrangères.

équations des équilibres chimiques ne sont pas applicables telles quelles aux conditions brutes des si complexes réactions intracellulaires, que les échanges de cellule à cellule se font à travers des membranes qui y interviennent autrement que par leurs propriétés constantes.

Bref, dans la plupart des essais mécaniques, physiques, chimiques ou physico-chimiques tentés en vue de réduire à des lois plus simples la complexité des phénomènes de la vie, gît, outre certaines illusions d'ordre philosophique, sur lesquelles nous n'avons pas à insister ici, un présupposé inconscient d'ordre purement expérimental : c'est que, entre les réactions physico-chimiques intermoléculaires — dans l'état de dissociation, de glissement moléculaire des gaz et des solutions proprement dites — et les propriétés manifestées par les masses d'ensemble — liquides ou agrégats solides — il n'existe pas, de droit, d'intermédiaire.

Et cependant — qui le contesterait formellement aujourd'hui ? — cet intermédiaire existe. Entre la région de l'indépendance moléculaire relative des gaz ou des solutions vraies et la région de la cohésion intermoléculaire plus grande des solides compacts, s'étend une vaste zone intercalaire — celle précisément où se développent les phénomènes vitaux : *l'état colloïdal de la matière.*

L'être vivant est édifié tout entier au moyen de matériaux colloïdaux ; ses réactions les plus fondamentales s'opèrent dans des solutions colloïdales ; ses échanges avec le monde extérieur, les échanges de ses cellules entre elles se font à travers des membranes constituées par des colloïdes.

Qu'est-ce donc que l'état colloïdal ? et quelle influence cet état des éléments vivants peut-il avoir sur leur fonctionnement ?

§ 2. *Les colloïdes : nature et propriétés.*

Le physico-chimiste anglais Graham s'avisa le premier d'opposer l'un à l'autre « deux mondes de la matière (1) » : les « cristalloïdes » et les « colloïdes ».

Un très grand nombre de substances chimiques donnent en présence de l'eau une solution vraie, dans laquelle ni la filtration, ni les procédés optiques, ne permettent de déceler un manque d'homogénéité dû à la présence du corps dissous : il semble que celui-ci se soit réduit, dans le solvant, en particules de l'ordre même de grandeur des molécules du liquide. Et l'union des particules dissoutes avec leur solvant est telle que plusieurs propriétés physiques de celui-ci s'en trouvent modifiées : telle la tension superficielle, telle la tension de vapeur ou la température de congélation. Graham appela les corps qui se dissolvent de la sorte des « cristalloïdes » ; car ce sont précisément ceux qui cristallisent dans leurs eaux-mères. Il leur opposait d'autres corps, comme l'albumine, la gomme arabique, l'amidon, qui ne donnent pas en présence de l'eau de solution typique, mais une « espèce de solution » présentant des propriétés spéciales, une « solution colloïdale ». Or, pour Graham, les corps entrant en solution colloïdale ne cristallisaient pas, comme les premiers, et constituaient vis-à-vis d'eux une classe bien tranchée, les « colloïdes ».

Ainsi qu'il arrive généralement, cette première distinction, nette et simpliste, dut s'estomper de plus en plus devant la complexité des faits qui vinrent au jour ; puis cette complexité elle-même se réduisit aux lignes

(1) Graham, Philos. Transact., vol. 151, 1861, p. 183.

plus simples d'un point de vue synthétique nouveau. Efforçons-nous de suivre ce double mouvement (1).

Il fallut bientôt reconnaître que, si les cristalloïdes de Graham continuaient à *cristalliser*, quelques-uns des colloïdes les plus typiques pouvaient dans certaines conditions cristalliser eux aussi, par exemple, l'albumine

(1) Peut-être quelque lecteur nous saura-t-il gré de signaler, parmi les ouvrages qui ont chance de se rencontrer dans la bibliothèque d'un biologiste non spécialisé en biochimie, ceux qui présentent quelques notions sur les colloïdes. Les Traités de physiologie animale observent sur ce sujet un parfait silence, concevable dans les traités anciens, moins explicable dans les traités récents, qui donnent pourtant une large hospitalité à la chimie physiologique. Le volume des *Fonctions élémentaires* (1904), du grand Traité de Morat et Doyon, introduit bien la considération des équilibres mécano-chimiques et fournit ici ou là de très utiles — et alors très actuelles — données de physiologie générale, mais rien sur les colloïdes. Même lacune dans le *Lehrbuch*, publié sous la direction de Zuntz et Löwy (Leipzig, 1909), dans la toute récente édition de la *Physiologie* de Gley (1910), dans les éditions antérieures (nous n'avons pas sous la main la toute dernière) des *Éléments de physiologie* de Frédéricq et Nuel. Dans le grand *Handbuch der Physiologie des Menschen* de Nagel, le 1er volume (IIe Hälfte, 2e Abt.), publié en 1909, contient seulement un chapitre sur un sujet voisin : *Elemente der Immunitätslehre* par C. Oppenheimer. — Les Traités de physiologie végétale sont mieux partagés à ce point de vue. Les *Vorlesungen über Pflanzenphysiologie* de L. Jost (Iena, 1904), connaissent les *solutions colloïdales*, mais sans y insister. Par contre, la *Biochemie der Pflanzen* de F. Czapek (2 vol. Iena 1905), s'ouvre par des chapitres très intéressants sur les colloïdes et les réactions élémentaires. On s'étonne que l'*Allgemeine Physiologie* de Max Verworn n'accorde aux colloïdes qu'une attention très parcimonieuse. Parmi les traités que feuillette ordinairement le biologiste qui n'est point chimiste de profession, nous ne trouvons donc à signaler ici que celui de Czapeck. — Plusieurs ouvrages ou articles traitent *ex professo* des colloïdes : nous recommanderions surtout, *à un point de vue général*, les trois articles de V. Henri et A. Mayer : *L'état actuel de nos connaissances sur les colloïdes* (Rev. gén. des Sc., t. 15, 1904) ; pour la *bibliographie* antérieure à 1904 : Muller, A., *Bibliographie relative aux solutions colloïdales* dans Zschr. f. anorgan. Chemie, Bd. 39, 1904 (vendue aussi en tiré-à-part) ; ajoutons : une étude très générale sur les colloïdes : Pauli W. *Allgemeine Physicochemie der Zelle und Gewebe*, ouvrant le 1er vol. des Ergebnisse der Physiologie, 1902 ; les livres de Bredig, *Anorganische Fermente*, Leipzig 1901, et de Zsigmondy, *Zur Erkenntnis der Kolloïde*, Iena 1905 ; l'excellent ouvrage de R. Höber, *Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe*, 2e éd. Leipzig 1906. Euler, H. (*Grundlagen und Ergebnisse der Pflanzenchemie*, Braunschweig 1909) traite des colloïdes, catalyseurs et ferments. On pourrait aussi consulter avec avantage le *Traité de Chimie physique* (Paris, 1906-1909) de V. Henri, ou seulement, si l'on n'a que des visées plus modestes, lire le chapitre intitulé : *La matière organisée*, dans le livre pittoresque qu'un spécia-

d'œuf, ou encore l'amylodextrine (1). La distinction « des deux mondes de la matière » n'était donc pas tellement tranchée. D'ailleurs, il importe de le remarquer, les substances que leur forme extérieure ne permet de rattacher à aucun système cristallin, ne sont pas pour cela dépourvues de ce qui fait la condition fondamentale de toute cristallisation, je veux dire une certaine régularité de leur structure moléculaire relativement à certains axes. La facilité de donner de ces empilements symétriques de molécules — que nous appelons des cristaux — est en raison inverse de la complexité de la molécule elle-même, comme l'a fait remarquer Retgers. Or, les colloïdes sont tous des corps de grande complexité moléculaire : ils ne sont pas, en général, cristallisables ; mais ils ne sont pas non plus isotropes, de structure indifférente, puisqu'ils dévient régulièrement le plan de polarisation de la lumière : on peut s'en convaincre en observant un grain d'amidon ou une fibre de cellulose entre deux nicols.

Mais il y a plus. Une des caractéristiques assignées

liste déjà avantageusement connu vient d'écrire pour le grand public (Jacques Duclaux, *La Chimie de la matière vivante*. Paris 1910), ou bien encore, à condition de n'être pas totalement étranger à la question, lire dans la RIVISTA DI SCIENZA, 1910, n° 1, l'article de Höber, R. : *La valeur biologique des colloïdes*. Nous jugeons superflu de mentionner quelques articles sans grande valeur. — D'autres livres ou mémoires dont nous avons connaissance, alors même qu'ils embrassent synthétiquement une partie de la biochimie des colloïdes, présentent déjà un caractère plus spécial, trop spécial probablement pour intéresser la plupart des lecteurs du présent article. Du reste, nous signalerons bon nombre de ces ouvrages au bas des pages qui vont suivre. Nous remarquons, au dernier moment, un petit volume de R. E. Liesegang (*Beiträge zu einer Kolloïdchemie des Lebens*. Dresden, Steinkopf, 1909), recueil de menus articles publiés par l'auteur. A la même librairie, H. Bechhold annonce l'apparition prochaine d'un livre sous le titre : *Die Kolloïde in Medizin und Biologie* : la compétence de l'auteur permet d'espérer un ouvrage sérieux et suggestif. — Mentionnons enfin une revue exclusivement consacrée à l'étude des colloïdes : ZEITSCHRIFT FÜR CHEMIE UND INDUSTRIE DER KOLLOÏDE.

(1) Signalons cependant, d'un mot, les réserves faites récemment sur la valeur de ces « cristallisations ».

par Graham aux colloïdes était la faible *diffusibilité :* le colloïde ne diffuse que très lentement dans l'eau ; mis en présence de l'eau avec interposition d'une membrane de parchemin, il est arrêté par cette membrane, il n'est pas « dialysable ». Certes, il reste vrai que les colloïdes, en général, sont peu diffusibles et point dialysables ; mais les exceptions, se multipliant, se sont échelonnées en une gamme significative. Linder et Picton purent établir une gradation parallèle de filtrabilité et de diffusibilité de diverses solutions colloïdales de sulfure d'arsenic (As_2S_3) (1). Les ferments — solutions colloïdales — traversent incontestablement les membranes organiques (2). Spiro fit passer de l'albumine d'œuf et de l'hémoglobine à travers des couches de gélatine (3). La dextrine et l'acide molybdique diffusent lentement à travers les membranes de parchemin. Ici encore, comme le fait remarquer Höber, l'observation a jeté « des ponts entre les deux mondes » de Graham (4).

Faisons un pas de plus ; aussi bien cette exploration progressive, tout en précisant la notion de colloïde, nous familiarisera insensiblement avec les propriétés de celui-ci.

Toute une catégorie de corps, mélangés à un solvant, donnent *immédiatement* une solution colloïdale : ce sont, par exemple, les albuminoïdes, la gélatine, l'hémoglobine, l'amidon, les dextrines, le tannin, etc., en solution aqueuse. De pareilles solutions se

(1) Linder and Picton. CHEM. NEWS, vol. 65, 1892 ; JOURN. CHEM. SOC. Transact., vol. 67, 1895.

(2) Cfr. entre autres : Pantanelli, *Ricerche sul Mecanismo di secrezione degli enzimi*. ANN. DI BOT. III, 1905. Voir autres références dans : Zangger, H. *Über Membranen und Membranfunctionen*. ERGEBN. DER PHYSIOLOGIE, VII, 1908, p. 124.

(3) Spiro, K., HOFMEISTERS BEITRÄGE, V, 1904. Voir aussi Zangger, l. c.

(4) Höber, R., *Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe*, 2e Aufl. Leipzig, 1906, p. 206.

montrent remarquablement stables : leurs caractères particuliers semblent se rattacher assez directement à la condition moléculaire des corps dissous, qui sont tous de constitution chimique extrêmement complexe. Mais à côté de ces colloïdes naturels vient se ranger une série — chaque jour plus nombreuse — d'autres substances, de moindre grandeur moléculaire, qui n'entrent en solution colloïdale que moyennant certains *artifices de préparation*. Graham avait déjà remarqué parmi elles la silice, l'hydrate ferrique, l'hydrate d'alumine et le ferrocyanure de cuivre. Les métaux eux-mêmes, malgré leur insolubilité absolue à l'état de masse, et certains métalloïdes donnent des solutions colloïdales : qui n'entendit parler d'or colloïdal, de platine colloïdal ? Mais remarquons en passant l'indication théorique que fournissent les procédés de préparation de ces solutions ou pseudo-solutions de métaux. Pour les obtenir par voie *chimique*, on utilise des réactions réductrices assez lentes, en milieu dilué ou rendu artificiellement visqueux, de manière à espacer des phases de réaction qui d'ordinaire empiètent les unes sur les autres et à éviter ainsi, dans la dissociation des sels métalliques, la précipitation brusque, en masse, des radicaux positifs ; il semble donc que l'établissement d'une solution colloïdale suppose un certain degré de désagrégation du métal, la présence libre, dans le solvant, d'agrégats moléculaires qui ne dépassent pas de très modestes dimensions. Le procédé *physique* de préparation, inauguré par Bredig (1), conduit à la même conclusion : lorsqu'on fait éclater l'arc voltaïque entre deux électrodes de métal, il se produit, surtout à la cathode, une pulvérisation de la surface des électrodes : si l'on plonge les électrodes dans l'eau, et que le métal ne soit pas de ceux dont les particules pulvérisées s'oxydent immé-

(1) Bredig, G., *Anorganische Fermente*. Leipzig, 1901, p. 21.

diatement, cette poussière métallique demeurera en suspension dans le liquide, qui prendra les propriétés typiques des solutions colloïdales. D'ailleurs, toute pulvérisation fine de ces métaux en présence de l'eau donne naissance à des solutions colloïdales : c'est ainsi que, récemment, Svedberg (Upsal) utilisa dans ce but la pulvérisation des métaux par les radiations ultraviolettes (1).

D'autres solvants que l'eau permettent l'obtention de solutions colloïdales. Une substance n'est « colloïde » que par rapport à un ou plusieurs solvants donnés. Des matières totalement insolubles dans l'eau, et n'y donnant pas même de pseudo-solution colloïdale, se comportent vis-à-vis d'autres liquides comme de vrais colloïdes, par exemple, le coton en solution colloïdale dans l'éther, le caoutchouc dans la benzine, les résines dans l'alcool. Le sel de cuisine, qui donne dans l'eau une solution proprement dite, prend l'état colloïdal dans la benzine ou le toluène.

Si nous rapprochons ces faits de cette autre observation, déjà suggérée plus haut sous une forme indirecte, que les propriétés des divers colloïdes rejoignent par degrés celles des suspensions et des émulsions, il nous sera permis de tirer dès maintenant une *conclusion négative* assez ferme : c'est que l'état colloïdal n'est pas l'apanage exclusif d'une catégorie fermée de substances et n'est point lié directement à leur structure atomique, mais *semble* revêtir *plutôt* les caractères d'un état physique très spécial.

Voyons maintenant si l'observation et l'expérimentation ne permettraient pas de préciser davantage la *vraisemblance positive* qui vient d'être énoncée, et de la hausser peut-être jusqu'au voisinage de la certitude.

(1) Svedberg, Th., *Herstellung kolloïdaler Lösungen durch Zerstäubung von Metallen mit ultraviolettem Licht*. CHEM. BER. Bd. 42, 1909. — Cette pulvérisation avait été observée, dès 1899, par Lénard et Wolff.

Les solutions colloïdales présentent très généralement le *phénomène de Tyndall*. Celui-ci a montré qu'un faisceau de lumière, traversant un gaz absolument pur, n'est point visible latéralement ; mais vient-on à faire flotter dans la masse gazeuse de très ténues particules, le faisceau s'illumine latéralement, sa trace apparaît colorée en bleu et la lumière qu'il émet est partiellement polarisée. Le même phénomène (1) est produit par des poudres fines ou des gouttelettes en suspension dans un liquide. Il consiste en une réflexion, et conséquemment en une polarisation, de la lumière tombant sur les menues particules flottantes. De plus, les émulsions et suspensions sont souvent opalescentes. Or les solutions colloïdales sont pour la plupart opalescentes et présentent presque toutes le double phénomène de réflexion latérale et de polarisation de la lumière incidente : ce sont des milieux « optiquement inhomogènes ». Rien de plus naturel dès lors que de les considérer comme des suspensions de particules très fines, et de chercher, en s'aidant de la théorie électromagnétique de la lumière, à évaluer les dimensions des minuscules surfaces polarisantes. Ehrenhaft (2) trouva de la sorte que les particules devaient avoir pour l'or colloïdal de 49 à 52 μμ. de diamètre, pour l'argent 38 μμ., pour le platine 48 μμ. (millimicrons). Quoi qu'on pense de cette méthode d'évaluation, elle n'est applicable qu'aux colloïdes relativement rares (surtout des métaux) qu'on peut obtenir en solution pure ; des traces

(1) Il est superflu — tant ils sont connus — de mentionner ici les travaux de notre compatriote W. Spring sur les propriétés optiques des gaz et des solutions. Ceux qui nous intéresseraient surtout se trouvent dans les BULL. DE L'ACAD. ROY. DE BELGIQUE et dans le REC. TRAV. CHIM. DES PAYS-BAS, de 1899 à 1904.

(2) Ehrenhaft, *Das optische Verhalten der Metalkolloïde und deren Teilchengrösse*. ANN. DER PHYSIK. Bd 11, 1903 et SITZ-BER. K. AK. WISS. Berlin, 112, 1903.

minimes d'impuretés faussent notablement les données du calcul.

Si les solutions colloïdales sont assimilables à des suspensions de corpuscules de grosseur diverse, ceux-ci doivent être retenus par les filtres dont les pores seraient de diamètre inférieur ; et l'on imagine un jeu de cribles qui permettrait, dans une solution de plusieurs colloïdes, d'opérer un triage des particules en présence. Effectivement, cette *ultrafiltration* de colloïdes fut réalisée dans des conditions où, connaissant le degré de porosité des filtres employés, on espérait pouvoir en déduire les dimensions des particules. Barus (1) s'y essaya, puis C. J. Martin (2), qui sépara sous pression, au moyen de bougies Chamberland, colloïdes de cristalloïdes dans une même solution. Plus récemment Bechhold fit d'intéressants essais de triage par filtration (3). D'après Bredig (4), le fin papier à filtrer retient l'hémoglobine et laisse passer le platine colloïdal. La filtrabilité des colloïdes est diverse, c'est un fait ; mais la méthode de filtration ne saurait donner les résultats précis qu'on serait tenté d'en attendre, et la valeur des chiffres qu'on aventurerait en s'y confiant se trouve infirmée par le seul fait que la solution colloïdale d'une même substance contient des particules de grandeur différente (5).

Les solutions colloïdales, examinées au microscope, ne laissent pas, comme les émulsions, distinguer de gouttelettes en suspension. Mais l'*ultramicroscope* permet, dans certaines d'entre elles, d'apercevoir directe-

(1) Barus, C., Amer. Journ. Sc., vol. 48, 1895.
(2) Martin, C. J., Journ. of Physiol., vol. 20, 1896.
(3) Bechhold, Zschr. f. physikal. Chemie, Bd, 60, 1907.
(4) Bredig. *Anorganische Fermente*, p. 24. Leipzig, 1901.
(5) Récemment encore, R. Buriau fit ressortir l'incertitude des résultats de l'ultrafiltration. L'influence des « pressions de filtration » serait ici absolument perturbatrice (*Ueber Ultrafiltration von Eiweissalzgemischen*. Arch. di Fisiol. vol. 7, 1910.)

ment les particules flottantes, d'estimer leur nombre, leur volume, l'amplitude des mouvements qu'elles exécutent (1). D'après Siedentopf et Zsigmondy, les inventeurs de l'ultramicroscope, cet ingénieux dispositif possède un pouvoir de définition suffisant pour discerner encore un granule colloïdal de 4 μμ. (millimicrons) (2). Or, les théories conduisent à attribuer aux « molécules » de dimensions moyennes un diamètre de 0,6 μμ. (hydrogène 0,1 μμ. ; alcool 0,5 μμ. ; chloroforme 0,8 μμ.). Grâce à l'ultramicroscope notre champ d'exploration directe des colloïdes s'étend donc depuis les émulsions et les suspensions grossières, jusqu'à une zone où le diamètre des granules colloïdaux ne dépasserait plus notablement le diamètre présumé des molécules en solution parfaite. En fait, des « solutions colloïdales » aussi voisines des « solutions vraies » existent : tout au bas d'une échelle de colloïdes à dimensions granulaires décroissantes, justiciables encore de l'ultramicroscopie, il se trouve des solutions qui, sous l'éclairage même le plus favorable, apparaissent, à l'ultramicroscope, entièrement homogènes. C'est le cas de certaines solutions d'or colloïdal, d'après Zsigmondy (3) ; de quelques hydroxydes métalliques, d'après Biltz (4). Dans les solutions à particules plus grosses (albumine, glycogène, gélatine), à côté de celles-ci, bien visibles, persiste une faible opalescence, signe de la présence de granules excessivement petits. La dissociation de la matière colloïdale peut être poussée plus loin et cette faible opalescence elle-même disparaître : la « solution colloïdale » recèle à ce moment des particules de moins de 1 μμ. : de pareilles solutions sont-elles encore des « pseudo-solutions » ?

(1) Voir Zsigmondy, *Zur Erkenntnis der Kolloïde*. Iena 1905.
(2) Siedentopf und Zsigmondy. DRUDES ANN. DER PHYSIK. Bd. 10, 1903.
(3) Zsigmondy, *op. cit.*, p. 97.
(4) Biltz u. Gatin, PFLÜGERS ARCH. Bd. 105, 1904.

Tout ceci nous force, sans doute, à rattacher, sans discontinuité et par dégradations successives, les « solutions colloïdales » aux émulsions et suspensions d'une part, aux vraies solutions moléculaires d'autre part.

S'il en est ainsi, l'examen de la *tension de vapeur* et du *point de congélation* des « solutions colloïdales » doit présenter un intérêt spécial, car on sait à quel point ces particularités physiques dépendent de l'état d'un corps dissous dans son solvant. Or, il est certain que les solutions colloïdales, soumises à l'ébullioscopie et à la cryoscopie, ne manifestent que dans des proportions infimes l'élévation de la température d'ébullition et l'abaissement du point de congélation que présentent les solutions vraies : les légères variations constatées furent même attribuées par plusieurs à la présence d'impuretés : l'addition d'un corps à l'état colloïdal ne modifierait en rien la tension de vapeur ou la température de congélation du solvant (1). Cette proposition répond-elle absolument à la réalité ? D'aucuns en doutent (2). S'il fallait estimer le rapport des solutions colloïdales aux solutions vraies uniquement par la décroissance des diamètres granulaires, on pourrait s'attendre à rencontrer, au bas de l'échelle, d'étroites communautés de propriétés physiques. Mais les solutions colloïdales rejoignent-elles insensiblement les solutions vraies, ou bien seulement s'en rapprochent-elles asymptotiquement ? En tout cas leurs propriétés, prises en gros, trahissent plutôt une analogie avec les « suspensions », dont la tension de vapeur n'est point influencée, *tant que le liquide est relativement abondant*, par la présence des parcelles flottantes.

(1) Starling. Journ. of Physik, vol. 19, 1906.

(2) Par exemple Höber, R., *Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe*. Leipzig, 1906. pp. 201-202 — et bien entendu tous les auteurs qui s'efforcèrent, en vain selon nous, de calculer par la méthode cryoscopique le poids moléculaire (ou « micellaire », si l'on veut) des corps en solution colloïdale.

Force nous est ici, pour rester exact, de préciser davantage la portée des expériences tentées à ce point de vue. On sait, par les recherches si curieuses de Konowalow (1), que si, dans un mélange de deux liquides non miscibles en proportions quelconques, on fait varier, soit la température, soit la quantité relative des liquides en présence, il s'intercale dans la courbe régulière de croissance ou de décroissance de la tension de vapeur, une « zone critique » où cette tension demeure constante, tandis que le mélange devient opalescent et montre le phénomène de Tyndall. L'analogie de l'état colloïdal avec cet état critique du mélange de deux liquides n'est pas moins frappante que l'analogie des colloïdes avec les « suspensions et émulsions ».

Lorsque la solution colloïdale *s'appauvrit en eau*, par évaporation progressive, elle prend parfois l'aspect d'une sorte de pâte, d'empois ou de gelée, dont la tension de vapeur a fait l'objet d'études très minutieuses de Van Bemmelen (2). Il établit, par exemple, la courbe de la tension de vapeur d'une solution colloïdale de SiO_2 (silice) soumise à une déshydratation forcée. Cette courbe présente d'abord une décroissance régulière, puis s'immobilise dans l'horizontale : à ce moment, la silice de transparente devient opalescente, puis crayeuse ; la déshydratation se poursuivant toujours, la transparence reparaît et la tension de vapeur baisse rapidement. On n'obtient pas de déshydratation complète du colloïde ; il présente d'ailleurs, dans ce cas, après la phase critique, des modifications irréversibles. Comment apprécier la signification de ces phénomènes? Des solutions vraies, la solution colloïdale concentrée, le « gel », possède la décroissance régulière des tensions de vapeur, jusqu'à un point critique comparable au

(1) Konowalow. Drudes Ann. der Physik. Bd. 10 u. 12 (1903). (Essais sur aniline + amylène, isopentane + acide acétique bichloré, etc.).

(2) Van Bemmelen, Zschr. f. anorg. Chem. Bd. 13, 1896, und folgende.

point de saturation : elle se différencie ainsi des hydrates, dont la déshydratation se fait par échelons, avec chutes brusques et successives de la tension de vapeur. Le gel colloïdal n'est donc ni une solution concentrée, ni un hydrate, et d'autre part, ses particules semblent avoir contracté avec le solvant une liaison plus intime que celle des simples suspensions. Pour préciser davantage, il faudrait distinguer colloïde et colloïde ; mais ce qui nous est loisible ici, c'est de remarquer la *prédominance des phénomènes propres aux suspensions* dans les solutions colloïdales *diluées* ; ensuite le caractère intermédiaire, transitionnel, de ces solutions, qui les ferait assimiler à des mélanges passant de l'état monophasique (homogène) à l'état diphasique (nettement hétérogène), on dirait presque : des *mélanges diphasiques naissants, maintenus* dans une sorte *d'état métastable* (Ostwald) ; enfin, dans les *gels* fournis par certaines solutions colloïdales, la *liaison plus étroite*, mais difficile à définir, entre le colloïde et le solvant.

L'analyse des phénomènes auxquels il vient d'être fait allusion, la considération des différences considérables de viscosité interne, l'étude aussi d'autres particularités que nous rencontrerons plus loin, légitiment la distinction introduite par J. Perrin (1) entre *colloïdes en suspension* et *colloïdes hydrophiles*. Ces derniers, qui englobent toute la classe des matières albuminoïdes, intéressent très spécialement la biologie.

Nous allons utiliser immédiatement la distinction qui vient d'être rappelée.

Les *phénomènes de surface*, les altérations de la *tension superficielle* des solutions sont intimement liés à la constitution intime de celles-ci. On peut se représenter, en gros, la tension superficielle comme une

(1) Perrin, J. Journ. de Chim. phys., t. 3, 1905.

manifestation de la tendance d'une masse liquide à présenter le minimum de surface. Si cette tension diminue après introduction d'un corps étranger dans le liquide, c'est que les particules du corps étranger modifient en sens inverse l'équilibre interne du système, soit par combinaison chimique avec les molécules du liquide, soit simplement en devenant le support de forces élémentaires neutralisant en partie les actions moléculaires de ce liquide. Or, c'est un fait général que les colloïdes relâchent très notablement la tension superficielle de leurs solvants. Sans doute, il est probable que, du moins dans le cas de colloïdes hydrophiles, certains processus chimiques ne sont pas étrangers à cette dégradation de tension ; mais il est généralement admis et pratiquement certain que le grand rôle appartient ici aux charges électriques des particules colloïdales. Que ces charges existent, ce n'est pas douteux, puisque les solutions colloïdales — à l'instar des suspensions — présentent le phénomène de la *cataphorèse* (1) : d'après le colloïde observé, on peut en voir les particules se mouvoir vers l'anode ou vers la cathode, selon qu'elles se trouvent chargées positivement ou négativement par rapport au solvant. On conçoit dès lors — et c'est d'ailleurs une conséquence presque nécessaire — que la répulsion mutuelle de toutes ces parcelles relativement grosses et portant des charges de même signe, contrebalance dans une certaine mesure les effets de la tension superficielle. Nous ne pouvons ici nous engager dans le fouillis des travaux

(1) On sait en quoi consiste ce phénomène, découvert par Reuss (1852), puis étudié de plus près par Wiedemann et Quincke (1861). Si l'on établit dans un liquide une différence de potentiel de part et d'autre d'un passage capillaire ou d'une membrane, il se produit un transport de liquide, en dépendance de la nature de celui-ci et de la nature de la paroi interposée. Mais si l'on remplace la paroi immobile par un rideau de fines particules en suspension, ce sont celles-ci qui se mettront en mouvement, en sens inverse, bien entendu (Quincke).

relatifs à ces phénomènes : qu'on nous permette seulement de signaler çà et là quelques recherches, en illustration et confirmation de nos dires. La molécule — ou la micelle — d'albumine est, d'après les observations de Hardy, électropositive dans l'eau acidulée, électronégative dans l'eau alcalinisée : neutralise-t-on la solution, il survient immédiatement une floculation de l'albumine, et la tension du liquide se rétablit. L'addition de certains ions modifie, elle aussi, les conditions de floculation et la tension superficielle (1). Bredig (2), à propos de l'électromètre capillaire de Lippmann, attira l'attention sur ce fait que la tension superficielle du mercure atteignait son maximum quand, dans la solution électrolytique en contact avec le mercure, la différence de potentiel des deux phases (électrolyte et solvant) tombait à zéro. Il montra de plus que, d'une manière générale, l'addition de certains ions fait varier la tension superficielle de deux milieux au contact. On saisit sans peine l'application de ces données aux solutions colloïdales. Les variations du rapport électrique des micelles avec le liquide retentissent sur la tension superficielle de celui-ci ; l'addition d'électrolytes à la solution colloïdale pourra, par leur influence sur la charge des micelles, dévier dans un sens ou dans un autre l'équilibre total du système. Dans cet ordre d'idées, Zunz (Bruxelles) (3) a signalé récemment les rapports étroits qui rattachent, à l'augmentation de la tension superficielle, la fixation de toxines ou de ferments par d'autres corps introduits dans la solution. Il croit que ce phénomène d'adsorption doit s'interpré-

(1) Hardy, W. B., Proceed. R. Soc., vol. 66, 1900, et alibi.— N. B. L'usage que nous faisons ici des travaux de Hardy est indépendant des parties contestées de sa théorie de la floculation. Même remarque pour Bredig. (Cf. Höber, *op. cit.*, p. 230 et suiv.).

(2) Bredig, Zschr. f. Elektrochemie. Bd. 6, 1899.

(3) Zunz, E. *Rôle de la tension superficielle dans l'adsorption des toxines et des ferments.* Arch. di Fisiol. Vol. 7, 1909.

ter électrochimiquement, selon les idées de Michaelis et Rona (1). Quoi qu'il en soit de bien des points théoriques contestés, nous pouvons donc, sans grand péril d'erreur, nous représenter les particules colloïdales comme de minuscules condensateurs électriques mobiles dans leur solvant et susceptibles d'être plus ou moins chargés ou déchargés.

Nous retrouverons plus loin les phénomènes d'adsorption et de précipitation qui peuvent être la conséquence de cet état spécial. En voici une autre conséquence, voisine d'ailleurs, qui se manifeste surtout dans les colloïdes hydrophiles.

Ceux-ci — albumines, albumoses, peptones, dextrines, etc. — se forment spontanément une mince *membranule superficielle* (2).

Cette formation peut s'expliquer, en gros, par deux principes généraux empruntés à la thermodynamique. D'après Gibbs et J. J. Thomson, la diminution de la tension superficielle d'un liquide par adjonction d'une substance soluble s'accompagne d'une concentration proportionnelle de cette substance dans les couches superficielles, et inversement. L'application de ce principe aux solutions colloïdales fut démontrée expérimentalement pour quelques-unes par Zawidzki (3) et

(1) Zunz, E. *Tension superficielle et adsorption*. BULL. SOC. CHIM. DE BELGIQUE, t. 23, 1909.

(2) Sur ce point, voir la bibliographie dans : Metcalf. ZSCHR. F. PHYSIK. CHEM. Bd. 52, 1905, et dans : Zangger, H. ERGEBN. DER PHYSIOL. VII, 1908.

Voir aussi, dans le présent article, le paragraphe relatif aux membranes organiques. Parmi les travaux récents, citons ici celui de F. Plogmeier. *Ueber die Bildung fester Oberflachen auf Kolloïdalen Flussigkeiten und das Lichtelektrische Verhalten derselben*. BER. D. DEUTSCH. PHYSIK. GESELLSCH. Bd. 11. 1909. Il existe, dans les solutions aqueuses de couleurs d'aniline, une relation entre la qualité photoélectrique, le caractère colloïdal et la formation d'une membranule superficielle. L'addition d'électrolytes, en accentuant le caractère colloïdal de la solution, accélère la formation de la membrane. Les non-électrolytes restent sans action.

(3) Zawidzki, ZSCHR. F. PHYSIK. CHEM. Bd. 35, 1900, u. 42, 1903.

étendue davantage par d'autres (1). Le second principe explicatif, formulé aussi par Gibbs, et appliqué aux colloïdes par Metcalf (2), est le suivant : lorsque, au sein d'une solution, peut s'effectuer une réaction dont un produit ait la propriété de diminuer la tension superficielle de la solution, cette réaction s'établit au mieux dans les couches superficielles, et dans ces couches aussi s'accumule le produit de réaction. Si ce produit est insoluble et s'agglomère, il constituera, non seulement une couche limitante quelconque, douée de propriétés spéciales, mais une vraie membrane résistante.

Les notions sommairement esquissées dans les pages précédentes suffisent pour nous faire une idée quelque peu synthétique de la *nature d'une solution colloïdale* et des propriétés qui s'y manifestent quand on la considère isolément. Nous pourrions traduire cette idée, dans le langage des hypothèses moléculaires, à peu près comme suit : les caractéristiques communes au groupe si varié des colloïdes dérivent toutes, en dernière analyse, des dimensions très spéciales de leurs particules constitutives. Dans les solvants dont l'emploi nous est possible — fluides de modeste grandeur moléculaire — un nombre restreint de substances seulement peuvent entrer en solution vraie : car une des conditions qu'elles sont astreintes à réaliser, c'est de se dissocier en groupements de grandeur comparable à celle des molécules du solvant. Mais supposons que la molécule d'un corps, mettons l'albumine, dépasse les dimensions tolérables pour un solvant donné, l'eau par exemple, elle ne pourra constituer avec lui une solution vraie, mais y flottera à l'état de petits massifs ultramicro-

(1) Par exemple, par Ramsden, Zschr. f. physik. Chem. Bd. 47, 1904.
(2) Metcalf, Zschr. f. physik. Chem. Bd. 52, 1905.

scopiques. De pareilles substances, ou bien celles — comme l'amidon — qui ne gardent leurs propriétés spécifiques qu'à un haut degré de polymérisation, sont pour ainsi dire des *colloïdes nés* : le point extrême de dissociation, qui leur soit possible sans altération profonde, demeure bien supérieur à celui qu'il faudrait atteindre pour réaliser une des conditions essentielles aux solutions vraies (1). D'autres substances ne sont *colloïdes que par occasion*, c'est-à-dire lorsqu'une circonstance ou un artifice quelconque les a réduites, dans un liquide où elles ne sont pas pleinement solubles, en agrégats très menus — de diamètre toujours fort supérieur à celui des molécules du liquide et pouvant même, d'après les substances en cause, se rapprocher plus ou moins des suspensions et émulsions banales.

A *priori*, si l'on disposait d'une gamme suffisante de solvants et de températures, rien n'empêcherait peut-être que tout corps, absolument, pût revêtir l'état colloïdal. En fait, dans les conditions normales d'expérimentation, il arrive souvent que l'étape colloïdale soit supprimée ou ne subsiste que virtuellement — tout comme, dans les essais de liquéfaction des gaz, la phase critique s'est montrée souvent localisée en dehors de l'échelle des températures expérimentées. Moyennant quelques transpositions d'échelles, l'unité se manifesterait probablement aussi dans les rapports entre solutions vraies, solutions colloïdales, mélanges de liquides, émulsions et suspensions. En attendant, rien n'empêche, pour grouper les idées, de considérer l'état colloïdal comme la *stabilisation plus ou moins parfaite de l'étape intermédiaire entre l'état monophasique et l'état*

(1) Botazzi, F., dans un mémoire tout récent (*Ricerche sopra soluzioni di colloïdi organici*. Arch. di Fisiol. vol. 7, 1910) émet l'opinion que les colloïdes organiques se différencient des suspensions par un rapport plus intime au solvant et par la faculté d'entrer en combinaisons dissociables avec des ions de cristalloïdes ou avec d'autres colloïdes ; mais ils ne différeraient des solutions proprement dites que par les dimensions plus grandes des particules.

biphasique d'un mélange ou d'une solution, étape brusquée dans la précipitation d'un sel dissous, étape traversée plus posément dans la zone critique d'un mélange de deux liquides, étape stabilisée à des degrés bien divers dans la gamme des états colloïdaux.

De cette constitution pour ainsi dire « intermédiaire » du colloïde découlent toutes ses propriétés générales : son énergie cinétique peut se rapprocher de celle des molécules moyennes (1), mais généralement ne lui sera pas même lointainement comparable ; sa stabilité sera généralement précaire : il appartient à la zone « métastable » de Ostwald, et un léger déploiement d'énergie suffira pour le dégager de son solvant; il porte des charges électriques sur ses particules, mais celles-ci ne se comportent ni comme des ions, ni comme des électrodes massives. On conçoit que sur un terrain si particulier bien des lois physiques, chimiques ou mécano-chimiques exigeront, pour s'appliquer encore, une transposition.

§ 3. *Importance physiologique des propriétés de l'état colloïdal*

On nous permettra, dès maintenant, tout en poursuivant l'analyse sommaire des propriétés des colloïdes, de nous préoccuper déjà plus directement de leur influence possible sur la physiologie de l'être vivant.

Les colloïdes apparaissent, dans les organismes

(1) Cf. Bayliss, W. M. *The properties of colloïdal systems. I. The osmotic pressure of Congo-red and of some other dyes.* Proc. Royal Soc. S. B., vol. 81, 1909. — En l'absence complète d'électrolytes étrangers, le rouge congo (un acide sulfo-aminé de la série cyclique) donne une pression osmotique qui le rapproche des solutions vraies. Son énergie cinétique est donc comparable à celle des molécules. L'addition d'électrolytes, provoquant la formation de complexes moléculaires plus importants, accentue le caractère colloïdal et fait baisser la pression.

vivants, sous leurs deux formes principales : sous la forme de solutions colloïdales, qui y sont toutes des *hydrosols*, et sous la forme de dépôts, à divers degrés de déshydratation : *hydrogels* ou *précipités*. Qu'on se rappelle que le *gel* conserve toujours un certain degré d'hydratation et n'est point séparé de la « solution » par une démarcation nette.

Les parties résistantes de l'organisme, celles qui le mettent à l'abri des déformations : membranes cellulaires, fibres, tendons, aponévroses, osséine du squelette, etc., sont toutes constituées par des dépôts colloïdaux. Les avantages de pareils matériaux sont évidents : ils présentent la souplesse, la ténacité, l'élasticité nécessaires au fonctionnement facile et varié d'un organisme vivant ; puis leur plasticité se prête aux tendances morphogéniques les plus diverses. Jusqu'à quel point la structure propre de la « micelle », de la « particule colloïdale », influence-t-elle la morphologie spécifique des organismes ? Nous admettons volontiers la différence *possible* des micelles d'espèce à espèce ; mais, en dehors d'organismes élémentaires, nous n'apercevons pas le contre-coup décisif que pourrait avoir la structure micellaire sur la morphologie d'ensemble. Nous ne partageons pas, sur ce point, les espoirs de J. Duclaux (1), de quelques réserves même qu'il les ait affectés. Mais laissons ces problèmes de morphogénie, qui n'intéressent pas directement l'objet de cet article : nous espérons revenir ailleurs sur les enseignements actuels de la « morphologie expérimentale » et de la « mécanique du développement ». Notre objectif, pour le moment, se borne aux problèmes concernant directement le *métabolisme cellulaire* et indirectement le métabolisme entier de l'être vivant.

(1) J. Duclaux, *La chimie de la matière vivante*, p. 234 jusqu'à la fin du chapitre. Paris, 1910.

Or, ces problèmes peuvent commodément se ramener à trois classes : 1° L'étude de la constitution des albumines vivantes ; 2° l'étude des réactions qui s'effectuent dans les liquides organiques ; 3° l'étude des échanges intercellulaires.

Après nous être rendu compte de la transposition que la considération de l'état colloïdal contraint aujourd'hui de faire subir aux termes mêmes de ces problèmes — et nous terminerons par là notre premier chapitre (1er article) — nous nous attacherons, dans les deux chapitres suivants (2d article), à l'examen de deux manifestations du métabolisme organique qui firent ces dernières années l'objet de nombreux travaux : la catalyse et les actions fermentaires, puis les phénomènes fondamentaux de l'immunité.

1° *Constitution des albumines vivantes.* — Ce nous est devenu comme une habitude de rencontrer, au seuil des traités de physiologie, un long et rébarbatif catalogue de substances, dont l'addition, savamment dosée, est censée représenter « la constitution chimique de l'être vivant ». Il y aurait beaucoup à dire sur l'opportunité et le choix judicieux de tels ou tels « préliminaires » à la physiologie des organismes : supposons que tout y est au mieux, et demandons-nous seulement si le contenu de ces chapitres répond à leur étiquette.

Nul doute que, dans la nomenclature et la description des sous-produits de l'activité organique, ils ne présentent généralement des éléments fort exacts. Mais que vaut au juste leur analyse chimique des albumines vivantes ? Ne nous attardons pas à chicaner sur le fait — peut-être point négligeable — que le chimiste analyse des albumines mortes, qui pourraient bien ne pas être de structure moléculaire identique à celle des albumines vivantes. Nous posons autrement la question. Que les albumines, sous telle ou telle forme, soient ou non « vivantes », nous cherchons si les pro-

cédés d'analyse chimique les atteignent bien dans leur structure normale et originelle — ou du moins dans un état de transformation parfaitement connu, parce que régi immuablement par les lois fondamentales des réactions chimiques.

On sait les belles recherches des Schützenberger, des Kossel, des Hofmeister, des Em. Fischer, sur la constitution des matières protéiques (1). Le procédé commun d'analyse, avec de simples variantes d'application, est le clivage de plus en plus complet de la molécule albumineuse par hydrolyse. Ce procédé suppose donc, entre la molécule originelle et les produits ultimes, toute une gamme de précipitations et de « séparations », dont il importerait de connaître la signification précise. Quand la synthèse court parallèlement à l'analyse, elle apporte des lumières nouvelles : telle la synthèse des polypeptides, par E. Fischer (2) et Curtius (3). Mais les polypeptides ne rejoignent pas encore les albumines de la cellule. La même réserve s'applique aux réactions microchimiques les plus banales. Quand un précipité se forme, sous le microscope, dans les liquides organiques, peut-on considérer ceux-ci comme des solutions vraies et le précipité comme un précipité typique ? N'y a-t-il là que l'action, bien isolable, d'un réactif connu sur un corps dissous ?

Ces points d'interrogation, les pages qui précèdent nous forcent à les poser, puisque l'état colloïdal, où se trouve la matière vivante, jouit de propriétés si spéciales. Mais quelle réponse comportent-ils ?

(1) A qui voudrait prendre rapidement connaissance de ces recherches, nous recommanderions volontiers une série d'articles et de « Revues générales » excellents, parus dans la REVUE GÉN. DES SCIENCES, de 1902 à 1910, sous la signature de Kossel, Hofmeister, Maillard, Lambling, Hugounenq et Morel.

(2) Fischer Em. *Untersuchungen über Aminosäuren, Polypeptiden und Proteinen*, 1903, et divers mémoires.

(3) Curtius. JOURN. PRAKT. CHEM., 1902 à 1904.

Les procédés d'analyse d'une solution se réduisent aux types suivants : 1° Étude de la variation relative d'un groupe de particularités physiques (température, tension de vapeur, densité, etc.) en fonction de l'une d'elles. Ce procédé, dans le cas de solutions ou de mélanges, peut renseigner sur le nombre de corps en solution ou de liquides mélangés. 2° Étude des produits de séparation obtenus, soit par l'action d'agents physiques, par exemple par évaporation, soit par addition de substances solubles (précipitations).

Or ces procédés, si précis qu'ils puissent se montrer dans l'analyse des solutions vraies, ne donnent avec les colloïdes que des résultats vagues ou déconcertants.

La *variation des particularités physiques* fournit des indications négatives : le colloïde n'est, dans son solvant, ni à l'état de solution vraie, ni à l'état d'hydrate. C'est tout.

Le *résidu sec*, obtenu par évaporation d'une solution colloïdale, correspond-il au colloïde qui se trouvait en suspension ? S'il y a un fait qui semble prouvé, c'est que, même dans le cas le plus favorable, celui de métaux colloïdaux, le résidu renferme d'autres corps en proportions variables. Lorsque l'analyse décèle, dans le résidu sec, du chlore, de l'oxygène, de l'hydrogène sulfuré, du fer, ou autre chose, rien ne garantit la présence normale de ces substances dans le colloïde d'origine. Puis, le colloïde lui-même n'a-t-il pas subi d'altération intime au cours de la déshydratation ?

La *séparation par addition des réactifs*, la précipitation chimique, fournit dans le cas de solutions vraies, soit le corps dissous lui-même (p. ex. précipitation de KCl par l'alcool), soit un composé défini, résultant de la combinaison du réactif avec le corps dissous (c'est le cas de la plupart des précipitations). Ici encore, les colloïdes se dérobent : le processus de leur précipitation implique des incidents tout à fait particuliers, entre

autres des phénomènes d'adsorption, sur lesquels nous reviendrons plus loin. Voici, empruntée à l'excellente « revue » de Henri et Mayer (1), l'énumération des principales circonstances perturbatrices, qui déroutent le chimiste devant des précipités colloïdaux :

« 1° La composition du précipité [est] toujours excessivement complexe [et ce, dans le cas même de précipitation de colloïdes simples, comme les métaux, les sulfures...] ;

2° La composition du précipité est variable suivant les conditions dans lesquelles la précipitation a eu lieu ;

3° On ne connaît pas la loi de ces variations ;

4° La combinaison du colloïde avec le corps précipitant ne se fait pas suivant la loi des proportions définies... ;

5° Quand on redissout le précipité, on a souvent une solution toute différente de celle qu'on avait au début. »

Il reste donc que les *résultats bruts* de l'analyse chimique des matières colloïdales ne nous renseignent que fort imparfaitement sur leur constitution intime. Ils ne prendraient une valeur pleinement significative que moyennant une *transposition*, dont la clef gît sans doute dans une connaissance plus approfondie du *mode spécial* dont s'investissent les *réactions* des colloïdes.

2° *Réactions en milieu organique.* — Les réactions des colloïdes sont généralement des réactions lentes, celles précisément qui conviennent au maintien d'un certain équilibre d'ensemble dans cette complexité de menues instabilités qu'est un organisme. Une relation générale de proportionnalité inverse relie d'ailleurs la vitesse de réaction et la viscosité du milieu : or les colloïdes hydrophiles, dont font partie les colloïdes

(1) Henri, V. et A. Mayer. *L'état actuel de nos connaissances sur les colloïdes.* Rev. gén. des Sc., t. 15, 1904. Cf. Troisième partie, p. 1132.

organiques, présentent un degré marqué de viscosité interne. Réactions lentes, et par conséquent, réactions propices au développement partiel de contre-réactions ou à l'immixtion d'actions intercalaires. Nous en verrons plus loin des exemples. L'influence du facteur « temps » devient donc ici très appréciable et de nature parfois à modifier totalement le résultat final. Encore si cette influence était constante ! mais la viscosité et le ralentissement d'allure des réactions, différents de colloïde à colloïde, varient encore par l'addition d'électrolytes ou d'autres corps étrangers et en général sous toutes les influences qui intéressent la grosseur ou l'état d'agrégation des petites masses micellaires.

Mais étudions brièvement *les réactions elles-mêmes*.

Elles présenteront l'un de ces quatre types :

1. Altération des rapports chimiques du colloïde à son solvant ;
2. Réaction du colloïde sur un électrolyte ;
3. Réaction sur un corps étranger non électrolyte ;
4. Réaction sur un autre colloïde.

La relation du *colloïde à son solvant* n'est pas un simple rapport de contiguité : en réalité, chaque granule colloïdal peut entrer avec le solvant dans des « combinaisons d'adsorption », c'est-à-dire fixer sur soi quelque chose du liquide intergranulaire. Cette fixation se manifeste dans les gels et précipités, qui retiennent toujours, nous l'avons vu, une plus ou moins grande quantité de solvant. Une certaine variabilité du colloïde est donc concevable de ce seul chef. Mais ce cas très simple, qu'on pourrait ramener assez élégamment à ceux dont nous allons parler (1), ne se

(1) On considérerait alors le solvant comme se répartissant entre lui-même et son colloïde d'après un coefficient de partage dont on pourrait suivre la variation. Le solvant se comporterait partiellement comme un électrolyte, et l'on aurait donc équivalemment, dans le système, trois « composantes indépendantes »

présente pas dans les organismes, où les solutions sont toujours plus complexes.

Les réactions les plus fréquentes sont celles de *colloïdes et d'électrolytes*. Il nous serait radicalement impossible d'enserrer dans les limites de cet article l'analyse des travaux, extrêmement nombreux, qui apportent chacun quelque filet de lumière au problème que nous examinons. Nous nous bornerons aux très grandes lignes et prions, ici surtout, qu'on veuille bien nous dispenser de la démonstration de quelques assertions générales.

Souvent l'addition d'électrolytes à une solution colloïdale détermine une floculation ou une précipitation. Or, comme le fait observer Höber après bien d'autres, ces précipités présentent, dans leur mode de production comme dans leur constitution même, « un caractère absolument particulier, car ils ne sauraient être rigoureusement mis en parallèle, ni avec les réactions chimiques, qu'on s'est habitué à ne considérer guère qu'en milieu homogène — gaz ou solution parfaite — ni davantage avec les triages purement physiques » (1).

Tout d'abord, puisque la précipitation n'accompagne pas toujours l'addition d'électrolytes, on cherchera sans doute la loi de cette diversité. Elle fut formulée par Hardy (2). On se rappelle que les granules colloïdaux sont porteurs d'une charge électrique positive ou négative par rapport à celle du liquide intergranulaire. Nous avons vu plus haut que le rétablissement de l'état isoélectrique amenait une précipitation des granules. Or, l'introduction d'électrolytes de signe opposé à celui des granules, neutralisant la charge de ceux-ci, établit l'état isoélectrique avec son concomitant (3), la préci-

(1) Höber, R., *Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe*. Leipzig, 1906, p. 217.

(2) Hardy, Zschr. f. physik. Chem. Bd. 33, 1900.

(3) Nous disons à dessein son « concomitant » et non son « effet », pour ne rien préjuger de l'issue de certaines discussions théoriques.

pitation. La règle, ou la loi, de Hardy peut s'exprimer comme suit : *les colloïdes négatifs sont précipités par les cations, les colloïdes positifs par les anions.* Pour les colloïdes du groupe électronégatif, c'est donc la concentration de l'électrolyte en ions hydrogène ou métal qui importe, pour les colloïdes électropositifs ce sera au contraire la concentration en ions OH ou radical-acide.

On pressent que l'état de dissociation de l'électrolyte ne sera pas sans influence sur la facilité et l'étendue de la précipitation. Les tableaux comparatifs fournis par les recherches de Picton et Linder (1) et par celles de Hardy (2), permettent de déduire cette seconde loi : *le pouvoir précipitant des électrolytes croît avec leur dissociation en ions libres.* On range, par exemple, en ordre croissant de pouvoir précipitant : H_3PO_4, $(COOH)_2$, H_2SO_4, HCl, puis HNO_3, HI, HBr, qui ne présentent que de très légères différences : et cette gamme répond aussi à une dissociation croissante des ions libres.

Le pouvoir précipitant, pour un même ion, au même degré de dissociation, varie encore à proportion de sa vitesse de déplacement, de son énergie cinétique. Ainsi cette vitesse décroît, comme aussi la puissance de précipitation, dans la série HCl, KCl, NaCl, LiCl, ou bien dans la série H_2SO_4, K_2SO_4, Li_2SO_4. (Freundlich) (3).

Une troisième loi importante, qu'on pourrait appeler la loi de Schulze (4), qui la découvrit, établit un *rapport entre le pouvoir précipitant et la valence de l'ion précipitant : ce pouvoir croît avec la valence.* Seulement, il n'y a point à chercher ici une proportionnalité, même lointaine, à 1, 2 ou 3. La différence des valeurs de

(1) Picton and Linder, JOURN. OF THE CHEM. SOC., vol. 67, 1895.
(2) Hardy, JOURN. OF PHYSIOL., vol 24, 1899.
(3) Freundlich, ZSCHR. F. PHYSIK. CHEMIE, Bd. 44, 1903.
(4) Schulze, JOURN. F. PRAKT. CHEM., Bd. 25, 1882 und Bd. 27, 1884.

précipitation s'accuse surtout entre les valences 1 et 2, beaucoup moins entre 2 et 3.

Ces lois générales, en soulignant l'importance des charges électriques dans les réactions d'électrolytes et de colloïdes, ramènent une fois de plus notre attention sur le caractère mixte, mi-chimique, mi-physique de l'état colloïdal, et sur la complication dont ce fait surcharge toutes nos tentatives d'interprétation du chimisme de la matière vivante.

Mais voici des complications nouvelles, d'une singulière importance pour le biologiste.

Le pouvoir précipitant d'un électrolyte donné sur un colloïde donné dépend dans une large mesure du mode opératoire. Ainsi, l'ordre ou le *sens de l'addition* n'est pas indifférent : la réaction sera généralement plus faible si le colloïde est ajouté à l'électrolyte que dans le cas inverse (1) ; mais nous n'insistons pas sur cette observation qui demanderait une analyse plus fine. Une circonstance beaucoup plus importante est la *vitesse d'addition* de l'électrolyte. Freundlich (2), puis Höber et Gordon (3), ont observé qu'une même quantité d'électrolyte, par exemple, de chlorure de baryum ($BaCl_2$), ajoutée en masse à une solution colloïdale de sulfure d'arsenic (As_2S_3), la précipite, alors qu'ajoutée lentement et par fractions elle ne provoque qu'une précipitation partielle, ou même aucune précipitation. Le colloïde, au cours de ces réactions très lentes, a pour ainsi dire le temps de « s'immuniser » contre l'attaque de l'électrolyte. Le rapprochement s'impose avec deux ordres de phénomènes, observés dans des domaines différents, mais régis peut-être par des lois communes, je veux dire, d'une part avec les transformations lentes

(1) Henri et Mayer, *art. cité*, p. 1068.

(2) Freundlich. Zschr. f. physik. Chem., Bd. 44, 1903.

(3) Höber u. Gordon, Hofmeisters Beiträge z. Chem., Phys., Pathol., Bd. 5, 1904.

et les équilibres de répartition étudiés en chimie physique, d'autre part, sur le terrain de la physiologie générale, avec les réactions des anticorps sur les antigènes. Nous y reviendrons plus loin.

L'action précipitante d'un électrolyte sur un colloïde n'est pas instantanée, mais généralement très lente, d'une durée même de plusieurs jours. On peut agir sur cette durée en variant les concentrations et les quantités. La question : quelle quantité d'électrolyte est-elle nécessaire pour précipiter telle solution colloïdale ? n'a donc de sens précis que *relativement à un temps de réaction donné* et nullement négligeable. Mais, au lieu de concentrer un électrolyte, qu'arriverait-il, si on lui *ajoutait d'autres électrolytes ?* Il est constaté que les effets ne s'additionnent pas régulièrement. L'additivité pure et simple ne se rencontre que dans le cas d'ions de même atomicité ; l'atomicité est-elle différente, les effets sont variables, et souvent les radicaux monovalents semblent inhiber l'action des radicaux bivalents. On entrevoit l'influence possible de cette circonstance sur l'innocuité ou la toxicité, pour les organismes, de tel sel ou mélange de sels, sur le pouvoir aseptisant de telle ou telle combinaison, etc. (1).

Toutes les propriétés que nous venons de parcourir semblent se référer surtout au caractère de « suspension » des colloïdes, car elles se retrouvent presque identiques dans l'étude de l'action des électrolytes sur les suspensions proprement dites (de kaolin, d'argile, de noir animal, etc.) et sur les émulsions (mastic, colophane). A mesure que, dans la gamme des colloïdes,

(1) Nous nous permettons de renvoyer, pour le détail, aux chap. VIII et IX du livre, plusieurs fois cité, de R. Höber. Ce serait le moment, si nous ne devions nous borner, d'analyser, en fonction des réactions colloïdales, plusieurs des recherches chimico-physiologiques de J. Loeb. Cf. J. Loeb. *Studies in general physiology*, 2 vol. Chicago 1906, et *La dynamique des phénomènes de la vie*. Trad. franç. Paris 1909.

s'atténue le caractère de suspension et que les liaisons avec le solvant deviennent plus intimes, la précipitation par électrolytes devient plus malaisée et les phénomènes se compliquent d'éléments nouveaux. Ainsi fut-on amené à distinguer des colloïdes *instables* et des colloïdes *stables*, distinction qui couvre, avec une exactitude pratique suffisante, celle des colloïdes de *suspension* et des colloïdes *hydrophiles*. Ces derniers requièrent, pour précipiter, une dose plus forte d'électrolyte et sont surtout sensibles à l'action des sels de métaux lourds. L'explication en est en partie, mais en partie seulement, dans l'affinité de ces colloïdes pour l'eau : en effet, leurs précipités retiennent toujours une notable quantité d'eau, et desséchés se laissent réimbiber avec la plus grande facilité, alors qu'à l'autre extrémité de l'échelle, le précipité de colloïdes instables comme Ag, Pt, Ir, est pulvérulent et ne rentre plus en solution colloïdale. Or l'affinité pour le solvant est l'inverse même de la facilité d'en être séparé par précipitation.

La précipitation des colloïdes hydrophiles, par suite de l'importance qu'y prennent des caractères analogues à ceux des solutions vraies, constitue la croix des théories physico-chimiques de l'état colloïdal. Voici un point de vue relativement simple qui semble harmoniser les apparents contrastes.

Il y a, dans la précipitation des colloïdes hydrophiles, quelque chose *à la fois* des précipitations purement chimiques et des précipitations de suspensions, si directement dépendantes de la charge électrique. Et l'on peut par des artifices expérimentaux isoler suffisamment ces deux caractères. En effet la précipitation de ces colloïdes par les sels neutres d'alcalis semble indépendante de la charge électrique que le colloïde peut porter au regard du solvant, puisqu'elle se produit encore après

décharge complète des granules restés en solution (1). D'autre part, ces sels neutres ont une action certaine sur la solubilité de différentes substances en solution vraie. Il semble donc que l'on soit ici en présence d'un genre de précipitation plus strictement « chimique » (2) que la précipitation par neutralisation de charge, dont nous avons parlé plus haut. Mais les colloïdes hydrophiles participent aussi en quelque mesure aux propriétés des suspensions portant des charges électriques. La charge de ces colloïdes, de l'albumine par exemple, n'est pas d'ordinaire bien considérable ; à mesure qu'elle s'accroît, s'accentue aussi le caractère de « suspension » de la solution, et le mode de précipitation devient plus sensiblement « physique », si l'on peut s'exprimer ainsi. Aux charges ordinaires, de *petites* quantités de sels neutres — qui ne suffisent pas encore à modifier chimiquement le pouvoir solubilisant du solvant — ne provoquent non plus aucune précipitation « physique », car elles ne renferment pas d'ions à affinités électriques assez étendues ni assez puissantes pour capter les micelles d'albumine nombreuses et faiblement chargées. Au contraire les sels de métaux lourds, plurivalents, avec leur pouvoir précipitant si accentué vis-à-vis de toutes les « suspensions » anodiques, coagulent et précipitent les particules albumineuses — à condition toutefois que celles-ci portent une charge électrique, car l'albumine rendue isoélectrique n'est plus atteinte par les sels de Pb, de Hg, de Cu ou de Fe (3). Cette distinction de deux modes de précipitation, auxquels sont sensibles les colloïdes hydrophiles, trouve confirmation dans bien de menus indices, tels par

(1) Pauli. Hofmeisters Beiträge z. Chem. usw. Bd. 7, 1906.

(2) Nous employons le mot « chimique » comme une étiquette suffisamment comprise et nullement comme une épithète désignant une qualité homogène.

(3) Pauli, *op. cit.*

exemple les caractères de réversibilité ou d'irréversibilité des précipités obtenus (1) : les précipitations par métaux lourds se rapprochent, par l'irréversibilité, des floculations de suspensions ; telle encore la composition chimique du précipité, dont nous allons dire un mot. Serait-il téméraire de supposer que la précipitation des colloïdes hydrophiles est l'effet global *de deux facteurs*, peut-être très complexement liés entre eux, mais *tour à tour prédominants* selon les cas ?

Efforçons-nous de préciser davantage.

L'analyse des précipités colloïdaux — nous l'avons déjà fait remarquer plus haut — y décèle toujours des traces entraînées d'autres corps. Quand le corps précipitant est un électrolyte, une partie des ions se retrouve toujours fixée sur le précipité : dans le cas de colloïdes négatifs, c'est le métal qui y adhère, dans le cas de colloïdes positifs, c'est le radical acide de l'électrolyte. Mais, dans la quantité totale d'électrolyte que renferme un précipité, tout n'est pas lié aux granules de la même manière : une partie des radicaux n'est fixée sur eux qu'à l'état d'association *réversible* et peut en être séparée par lavage ; une partie a contracté des liaisons plus intimes et *irréversibles* (2) : cette portion irréversible ne peut plus être détachée du colloïde que par substitution de radicaux de même signe, absolument comme si elle fût entrée en combinaison chimique véritable. L'action d'un électrolyte sur un colloïde, même non hydrophile, est donc *partiellement* plus profonde que la simple juxtaposition physique avec neutralisation de charges : mais comment la caractériser ? Le composé stable et irréversible est de nouveau un de ces hybrides qu'on ne sait où classer, car s'il se rapproche beaucoup des composés chimiques, il en prend trop à

(1) Voir Galeotti, Zschr. f. physiol. Chem. Bd. 44, 1905.
(2) Galeotti, *op. cit.*; Whitney u. Ober, Zschr. f. physik. Chem. Bd. 39. 1902.

l'aise avec la loi des proportions définies pour oser prétendre à l'étiquette officielle.

Dans le cas le plus complexe, la précipitation des colloïdes hydrophiles par un électrolyte, se combinent donc trois types de réaction :

1° Une conjonction *physique* de micelles et d'ions chargés d'électricité de signe contraire ; réaction, de soi, réversible.

2° Une fixation plus intime, mais *non strictement chimique*, d'une partie des ions sur les micelles ; réaction non réversible.

3° Une séparation, *plutôt chimique*, des micelles déjà *hydratées* d'avec leur solvant, probablement par modification de celui-ci ; réaction, de soi, réversible.

Nous retrouvons donc ici bien nettement, dans une de ses conséquences plus éloignées, le principe fondamental qui nous servit, plus haut, à définir la gamme des colloïdes comme la série immobilisée — et répartie entre individus différents — des étapes *intermédiaires entre l'homogénéité et l'inhomogénéité physico-chimique*.

Il serait intéressant — et cette considération nous amènera à préciser la portée d'un phénomène des plus importants — de nous demander jusqu'à quel point s'appliquent, aux réactions en solution colloïdale, les lois des équilibres chimiques.

Dans un mélange de deux liquides ou de deux solutions (dans un milieu diphasique), si l'on introduit un troisième corps, miscible aux précédents (une troisième phase), il se produira un nouvel état d'équilibre, par répartition de la substance nouvelle dans les deux autres suivant un coefficient de partage K. Supposons qu'on fasse varier la concentration du troisième corps surajouté, comment va-t-il se répartir entre les deux autres phases ? Nernst a montré que le coefficient de

partage K demeurait constant si le corps ajouté possédait le même poids moléculaire dans les deux phases. Si le poids moléculaire n'y est pas identique, par exemple si le troisième corps ne se dissout dans un des deux autres qu'en s'y polymérisant, la constance est reportée sur le rapport de ses concentrations moléculaires : le coefficient de partage K variera en conséquence. D'autres variations de ce coefficient indiqueraient que le troisième corps a provoqué, dans l'une des phases, des combinaisons ou réactions secondaires.

Or, dans les réactions des électrolytes sur les colloïdes — qui, avec leurs solvants, constituent des systèmes diphasiques — le coefficient de partage de l'électrolyte entre le colloïde et le solvant est variable.

Arrhénius (1) s'ingénie à interpréter cette variation en supposant un rapport fixe de concentrations moléculaires différentes. Nous retrouverons son opinion à propos des phénomènes d'immunité.

D'autres, aujourd'hui plus nombreux, préfèrent supposer la survenance d'une réaction secondaire, au moins partielle, de l'électrolyte dans une des deux phases préexistantes : ici, ce sera dans la phase « colloïde ». Voici donc de nouveau, postulée hypothétiquement par la loi des phases, la « réaction irréversible », que d'autres indices nous avaient fait distinguer tantôt dans l'action totale des électrolytes. Or, les caractères constatables du produit de cette réaction empêchent de la considérer comme une combinaison chimique proprement dite. On s'est décidé, à la suite de Van Bemmelen (2), à ressusciter et à remettre en usage, pour la désigner, le terme, employé jadis par Berthollet, de *combinaison d'adsorption*, c'est-à-dire au sens premier de l'expression, « combinaison chimique en proportion variable ».

(1) S. Arrhenius, Zschr. f. physik. Chemie, Bd. 46, 1903.
(2) Van Bemmelen, Landwirth. Vers., Bd. 35, 1888.

Le phénomène d'adsorption est très général et possède une importance biologique considérable, nous le verrons bientôt plus directement.

A propos de la précipitation des colloïdes par les électrolytes, nous venons de parcourir les *principales caractéristiques de leurs réactions mutuelles*. Ces caractéristiques, on aura pu le remarquer, sont générales : elles s'appliquent non seulement à la formation, par adsorption, de composés insolubles qui précipitent, mais aussi aux transformations que peuvent subir les granules colloïdaux sans sortir de solution. On voit donc que toutes les réactions chimiques, effectuées dans les liquides organiques par les électrolytes, c'est-à-dire par la majorité des réactifs non colloïdaux, se trouvent affectées de concomitants très capricieux qui peuvent rendre les résultats bruts indéchiffrables par les méthodes ordinaires et fausser les prévisions les plus classiquement déduites.

La troisième grande classe de réactions, que nous nous étions proposé d'examiner, les *réactions de colloïdes et de corps non électrolytes* (sans être eux-mêmes des colloïdes), ne nous retiendra guère. L'action de ces corps (alcool, saccharose, glucose, acétone, glycérine, phénol, urée, etc.), est diverse dans les deux principales catégories de colloïdes que nous avons dû, plus d'une fois déjà, distinguer : *nulle*, au moins en général, sur les colloïdes instables, comme elle est d'ailleurs nulle sur les suspensions de poussières fines, elle devient *positive et plus ou moins énergique* sur les colloïdes stables et hydrophiles, qu'elle précipite de leurs solutions. Si nous faisons abstraction de quelques cas particuliers, qui demandent une interprétation spéciale, nous pourrons rattacher le principe général de cette diversité d'action aux considérations faites plus haut. Les corps, comme l'alcool, qui précipitent le plus énergiquement les colloïdes hydrophiles, sont

précisément ceux dont l'adjonction à une solution vraie en fait précipiter le sel. Or, on se rappelle les affinités déjà signalées entre les vraies solutions et ces colloïdes. Mais, selon la remarque de Höber (1), d'autres influences entrent certainement en jeu conjointement à celle-là ; et, ajouterons-nous, dans les cas de précipitations faibles, ces influences secondaires peuvent facilement passer au premier plan. Par exemple, l'addition d'alcool modifie la différence de potentiel du platine colloïdal à son solvant (Billitzer) (2) ; elle altère la tension superficielle, la densité, la viscosité du solvant, sans compter même les actions chimiques qui peuvent se produire. Les causes de la précipitation ont donc chance d'être complexes.

Parfois l'addition de non-électrolytes *renforce* au contraire *le caractère colloïdal* et la stabilité de la solution, soit en augmentant la viscosité, soit en provoquant, par adsorption, la formation de complexes colloïdaux plus importants. On connaît le rôle stabilisateur de la glycérine et du sucre. L'adsorption de certains électrolytes réduit la tension osmotique en augmentant le volume des agrégats colloïdaux, ainsi que nous l'avons vu déjà (Bayliss, après d'autres) (3) : or, il peut en être de même ici de la captation — plusieurs l'appellent une adsorption — de non-électrolytes : fines poussières inertes, gouttelettes d'une émulsion, etc.

Plus importantes, au point de vue du mécanisme de la vie, sont les *réactions de colloïdes sur colloïdes*. Elles se réduisent en somme, celles du moins qui sont bien connues, à des modalités du phénomène général d'adsorption.

Tout d'abord, la loi de Hardy, formulée à propos des

(1) Höber, *Physikalische Chemie, usw.*, p. 248.
(2) Billitzer, Drudes Ann. der Phys., Bd. 11, 1903.
(3) Bayliss, W. M. Proc. Roy. Soc., S. B., vol. 81, 1909.

électrolytes, est ici parfaitement applicable : les granules colloïdaux de charges électriques opposées peuvent se faire mutuellement précipiter : leurs charges se neutralisent partiellement ou totalement ; par contre, les colloïdes de même signe ne se font jamais précipiter. Conformément à ce principe général, de plus en plus confirmé par l'expérience, se déroulent les modalités particulières.

Supposons les colloïdes *de même signe :* ils ne demeurent pas sans action les uns sur les autres, mais leur addition augmente leur stabilité, comme d'ailleurs l'adsorption par un colloïde d'ions de même signe le stabilise, nous l'avons vu. On peut arriver ainsi à rendre une solution colloïdale réfractaire dans une large mesure à l'action d'électrolytes précipitants. Cette espèce d'*immunisation passive* fut observée surtout dans des mélanges de colloïdes stables avec des colloïdes instables (1) ; mais elle est presque une conséquence logique des lois générales que nous avons étudiées.

Si les colloïdes en présence sont *de signe contraire*, il se développe toujours une action réciproque tendant à diminuer la stabilité, et provoquant souvent une précipitation. Celle-ci, à mesure des accroissements de quantité du colloïde ajouté, augmente en importance, passe par un maximum où elle est totale ou partielle, puis décroît. On pouvait prévoir théoriquement ce résultat : le minimum de stabilité doit coïncider avec les abords de l'état isoélectrique, qui correspond, si l'on poursuit l'addition du colloïde neutralisant, à un changement de signe des complexes colloïdaux.

Si l'on opère en solution colloïdale très *diluée*, il peut n'apparaître aucun phénomène directement perceptible : pourtant une variation de stabilité s'y est pro-

(1) V. Henri et Mayer, *op. cit.*, p. 1075 et C. R. Soc. de Biol. Vol. 55, 1903.

duite, dont la courbe présente la même allure que la précédente. Il suffit pour déceler cette variation d'essayer la résistance du mélange de colloïdes à l'action d'un électrolyte précipitant. La mélange porte le signe électrique du colloïde en excès et la stabilité du système est proportionnelle à la différence des charges.

L'addition d'un colloïde de signe contraire — de même que l'addition d'ions de ce signe — pourra donc *sensibiliser* une solution colloïdale donnée à l'action soit d'électrolytes, soit de colloïdes agglutinants ou précipitants, insuffisants par eux-mêmes à provoquer la rupture d'équilibre de cette solution.

On peut pressentir, dans ces quelques faits généraux, la clef de bien des réactions paradoxales qui s'éploient au sein des organismes : ils sont une simple conséquence de l'état colloïdal de la matière vivante et deviennent plus compréhensibles à qui les étudie sur leur terrain propre (1).

3° *Les échanges intercellulaires.* — Le problème des échanges à travers les parois cellulaires est inévitable pour le physiologiste, puisque toute masse vivante, si élémentaire qu'on la suppose, s'entoure nécessairement d'une couche limitante, douée de propriétés spéciales, à travers laquelle devront bien se faire les indispensables transports de matériaux nutritifs.

Ce qui nous intéresse dans ce problème, ce sont moins les multiples données de détail qu'accumulent les mémoires spéciaux (2), que le point de vue général d'où

(1) Parmi les travaux traitant de l'action des métaux colloïdaux sur les éléments vivants, qu'on nous permette de signaler ici les recherches récentes de C. Foa et A. Aggazzotti : *Über die physiologische Wirkung Kolloïdaler Metalle*. Biochem. Zschr., Bd. 19. 1909 ; — puis aussi : Porges, *Die Bedeutung der Kolloïdchemie fur Medizin*. Zschr. f. Chem. Industrie der Kolloïde, Bd. 5, 1909.

(2) Nous ne nous préoccuperons pas de la bibliographie antérieure à 1908. On la trouvera, fort développée et largement conçue, dans le mémoire de

il convient de l'envisager ou si l'on veut le terrain où il convient de le placer.

Il y a un point de vue simpliste — qui est encore celui de presque tous les traités de physiologie animale — c'est de réduire les données du problème à celles d'un simple phénomène d'osmose physique : la membrane intercellulaire est considérée comme une membrane inerte, simple crible capillaire, ou du moins comme une cloison équivalemment inerte, n'intervenant que par ses propriétés constantes : le problème serait donc déterminé uniquement par les attributs des solutions en présence. Et encore, ici l'attention s'est-elle portée surtout sur les échanges de cristalloïdes. Or qu'arrive-t-il ? Tous les chapitres relatifs à l'osmose organique, après avoir constaté qu'elle se conforme partiellement aux lois générales de la diffusion à travers des membranes inertes, concluent par des réserves plus ou moins explicites : appel vague à des réactions chimiques membranaires, à des affinités obscures ou même à une action « vitale » des membranes — réserves qui, à bon entendeur, disent surtout ceci : que le côté le plus original, le plus caractéristique, du phénomène a échappé aux prises de l'observation et de la théorie.

Or, ce qu'on pourrait appeler la « méthodologie » des recherches sur l'osmose organique, s'éclaire d'un jour très net pour qui tient compte d'un présupposé aussi incontestable qu'élémentaire : c'est que toutes les membranes organiques sont des colloïdes et en partagent les propriétés.

Que les membranes cellulaires — ou en général les membranes organiques — soient colloïdales, la démonstration n'en est plus à faire après les travaux de Hardy, Spring, Bechhold, Paterno, Henri et de tant d'autres.

Zangger, H., *Über Membranen und Membranfunktionen*. Ergebnisse des Physiologie. Bd. VII, 1908, pp. 99-161.

Mais en quel état les colloïdes se trouvent-ils dans ces membranes ? Toujours à l'état de forte concentration et généralement à l'état de « gels », compliqués de précipitations diverses. Pour se rendre compte de la perméabilité et de l'action propre de ces membranes, il faudra donc une étude attentive de la manière d'être d'un hydrogel, à différents degrés de concentration, devant les solutions électrolytiques et colloïdales qui lui sont présentées.

Nous ne voudrions pas séparer, autant que le fait Zangger (1), les propriétés des colloïdes pris en « gel » de celles des colloïdes en suspension. Une partie des réactions qui constituent les gels et précipités est réversible, nous l'avons vu, et se laisse réduire aux lois des phases : voici donc entre gels et solutions un terrain commun et continu, où les différences demeurent quantitatives ; quant à l'état d'adsorption — adsorption du solvant, adsorption d'électrolytes — qui semblerait une caractéristique plus exclusive des précipités, il est plus que probable qu'il s'établit déjà à quelque degré dans la solution non précipitée (2).

(1) Zangger, *op. cit.*, pp. 120-121.

(2) Sur la structure et la nature des « gels », voir Höber, *Physikalische Chemie, usw.*, pp. 249 et suiv. Il y cite les principaux travaux, d'intérêt théorique, relatifs à ce point. On peut consulter aussi avec avantage les mémoires de W. Pauli. *Allgemeine Physico-Chemie der Zelle und Gewebe. Eigenschaften organischer Gallerten.* Ergebn. der Physiol. III. 1904 ; *Wechselbeziehungen zwischen organ. Gallerten und Kristalloïden.* Ibid. VI. 1907. — V. Henri a publié des recherches intéressantes sur la forme de précipitation (masse réticulée, flocons ou granules) de solutions colloïdales de caoutchouc. (*Recherches physico-chimiques sur le caoutchouc.* Journ. Caoutch. et Gutta-percha 1906) : en présence de cations polyvalents, le caoutchouc se prend en une masse qui paraît homogène, mais se montre réticulée au microscope ; le réseau serait dû au rejointoiement latéral de globules inframicroscopiques. — Il ne manque pas de travaux récents sur la précipitation ou la congulation des colloïdes : citons, entre autres, quelques mémoires parus, l'année dernière, dans la Zschr. f. Chem. und Industrie der Kolloïde (1909. Bd. IV-V) : Wood et Hardy, *Elektrolyte und Kolloïde* ; Buxton, *Stud. über Kolloïde Flockung* ; Buglia, *Über Hitzgerinnung von flüssigen und festen organischen Kolloïden ; etc.*

On pourrait, d'un point de vue très synthétique, ramener le problème de la perméabilité des membranes à celui des *réactions mutuelles de deux milieux, colloïdaux ou non colloïdaux, à travers un troisième milieu, toujours colloïdal celui-ci, qui les sépare*. Les lois générales de réactions des colloïdes doivent suffire à traiter ce problème. L'interposition d'un colloïde formant membrane ne serait autre chose que le cas particulier où le milieu colloïdal primitivement interposé a subi les transformations partiellement irréversibles qui donnent naissance à un gel ou à un précipité lié. La loi des phases ne s'appliquera, ni plus ni moins, à ce système qu'à un système de trois solutions dont une au moins serait colloïdale. Quant au cas, plus particulier encore, où ce milieu colloïdal interposé deviendrait l'équivalent d'une membrane inerte, c'est-à-dire ne réagirait plus que par des actions résultantes constantes, nous ne pensons pas qu'il soit jamais réalisé — d'une manière stable — dans les cellules vivantes.

On voit déjà le côté faible de certaines explications trop simples de la perméabilité des membranes colloïdales. Les assimiler à des cribles ou à des tamis, dont les interstices, étant données les dimensions micellaires, seraient plus grands que les intervalles moléculaires des solides bien cohérents, et plus petits que les ouvertures d'un aggloméré poreux ou d'un feutrage de cristaux, c'est dire vrai, mais c'est aussi trop peu dire. L'absorption digestive par exemple ne s'explique pas suffisamment par ce fait, que les mailles des tamis colloïdaux laissent entrer les aliments finement solubilisés, mais les retiennent dès qu'ils ont constitué avec les colloïdes intracellulaires des agrégats plus larges qu'elles. A priori, l'on pourrait affirmer que d'autres éléments doivent compliquer ce mécanisme de souricière.

Supposons une membrane — milieu colloïdal —

interposée entre deux liquides, et efforçons-nous de détailler les phénomènes qui vont se succéder.

D'abord ceux qui sautent aux yeux. La membrane intercalée retarde la diffusion mutuelle des solutions qu'elle sépare. Ce retard, pour des solutions données est proportionnel à la concentration du colloïde de la membrane. Il est inégal de substance dissoute à substance dissoute, inégal même pour certaines substances qui diffuseraient également vite dans l'eau. La structure propre de la membrane, et non seulement sa concentration en colloïdes, contribue donc à caractériser sa perméabilité. Cette perméabilité, nous constatons de plus qu'elle existe non seulement au regard des liquides et des solutions d'électrolytes, mais encore au regard de certaines solutions colloïdales.

Mais ces phénomènes bien apparents sont connus de longue date : insistons plutôt sur ceux qu'on doit déduire théoriquement ou déceler par des artifices spéciaux.

Nécessairement la membrane interposée entre deux liquides est en équilibre avec eux, ou tend à s'y mettre. Si la masse relative de la membrane, par rapport à l'un des liquides qui la baignent, n'est pas négligeable, l'équilibre interne de celui-ci aussi bien que de la membrane elle-même se trouvera dès l'abord modifié de ce seul chef. Mais comment va donc s'établir ce premier équilibre du milieu colloïdal, qu'est la membrane, avec l'un des liquides, colloïdaux ou non, qui sont à son contact ?

Les lois de Gibbs, que nous avons rappelées plus haut, trouvent évidemment leur application ici : à la surface de séparation s'accumuleront, de part et d'autre, les produits dont la présence ou la réaction chimique sont de nature à dégrader la tension superficielle. Dans le cas de solutions colloïdales, celle-ci, très faible, sera facilement surmontée et la première pénétration mutuelle pourra s'effectuer.

Alors va se produire une réaction d'un des types que nous avons sommairement étudiés : colloïde sur colloïde, électrolyte sur colloïde, avec toutes les combinaisons chimiques et toutes les combinaisons d'adsorption qu'on peut prévoir (1). Parfois le phénomène se compliquera de précipitations. Celles-ci pourront être réversibles et se résoudre dans un afflux plus abondant de liquide diffusant ; elles pourront aussi être partiellement irréversibles et la membrane se trouver définitivement modifiée dans sa constitution intime.

D'autres circonstances encore influencent notablement l'imprégnation de la membrane : les réactions des colloïdes présentent en effet un « optimum » pour certaines conditions données, et nous avons vu que ces conditions sont pour eux plus complexes que pour des corps chimiques définis. On se rappellera aussi l'importance, dans ces réactions, de la charge électrique des granules colloïdaux : or cette circonstance est soumise dans les organismes à de nombreuses variations. L'application de forces extérieures : pression, courant électrique, aura de son côté un rôle marqué. On sait que la cataphorèse, dans de nombreuses applications physio-médicales, supplée à l'absence de diffusibilité spontanée.

Bref, un ensemble très complexe de phénomènes — mais foncièrement identiques à ceux qui se passent entre un milieu colloïdal normal et un autre milieu quelconque — amène peu à peu la membrane au voisinage de son point d'équilibre avec un des liquides diffusants.

(1) De ces combinaisons peuvent résulter, par solubilisation de certains éléments de la paroi cellulaire, de véritables brèches, comme le montre P. Nolf, en des travaux récents, sur lesquels nous reviendrons dans un second article (ARCH. INTERN. DE PHYSIOL. 1906-1909 ; *Dictionn. de Physiol. (Richet)*, art. *Hémolyse)* — à un autre point de vue nous mentionnerons ici le travail de J. Demoor *(Rôle de l'adsorption dans les échanges cellulaires.* ARCH. DI FISIOL. vol. 7. 1910. L'auteur y montre comment l'adsorption de citrate de Na empêche l'action spécifique des peptones sur les membranes.

Considérons maintenant l'autre liquide. Il tend aussi à pénétrer la membrane, mais ce qu'il rencontre devant lui, ce n'est plus la membrane vierge, c'est un complexe colloïdal nouveau, le complexe de la membrane et du liquide d'imprégnation. Le problème, ici, représente exactement le cas d'*au moins* trois solutions en présence. Or, on sait combien, en mécanique chimique ordinaire, ce cas présente déjà de « variances » possibles et combien il est difficile, dans une telle complication, de prévoir les issues des réactions mutuelles. *Théoriquement* pourtant, les éléments premiers de solution se trouvent dans les lois générales que nous avons énoncées : il n'intervient rien ici de spécifiquement nouveau.

Supposons l'équilibre total établi de part et d'autre de la membrane, s'ensuit-il que les deux liquides diffusants aient atteint relativement l'un à l'autre leur équilibre osmotique ? en d'autres termes, l'état osmotique de chacun des deux liquides sera-t-il exactement celui qu'ils eussent pris au contact immédiat l'un de l'autre, à travers une membrane non colloïdale ou indifférente ? Non, il persiste une dénivellation : à une partie de la force osmotique des solutions, la membrane fait échec par sa tendance propre à une réaction inverse : selon que sa mise en équilibre, à elle, sera ou non négligeable — et elle n'est pas toujours négligeable dans les organismes — la dénivellation prendra plus ou moins d'importance.

Les considérations qui précèdent montrent qu'on doit s'attendre à une très large et très souple électivité des membranes vis-à-vis des solutions diffusibles. Puisque l'osmose organique est un phénomène complexe, où intervient la réaction tout à la fois des éléments spécifiques de la solution et des éléments spécifiques de la membrane, elle réalise les conditions essentiellement

requises d'un phénomène à adaptation variable. Comme tous les phénomènes vitaux, elle porte la marque de la finalité, sans doute, mais non pas d'une finalité qui ferait une coupure dans les séries continues du déterminisme expérimental.

Il nous reste, à propos d'essais récents sur l'*hémiperméabilité* des membranes cellulaires, à dire un mot des *phénomènes électriques* qui accompagnent tout procès de diffusion.

On sait, qu'entre deux liquides au contact, sans compénétration, des différences de potentiel s'accusent aux surfaces de contact (1). C'est un cas particulier du phénomène général « d'électrisation de contact », étudié par Quincke et Helmholtz, d'abord, et depuis par d'autres, comme Nernst (2), qui en firent l'application aux charges électriques des colloïdes en solution. Les expériences qui nous intéressent ici sont celles où la séparation des liquides fut réalisée par interposition d'une membrane. De fait, des différences de potentiel s'établissent de part et d'autre de celle-ci (3) ; et on imaginerait facilement des causes au phénomène, par exemple, la charge électrique que prend la membrane elle-même sur sa face de contact avec le liquide, la dégradation de la vitesse des ions passant de leur solvant dans l'épaisseur de la membrane et les variations électriques qui s'y rattachent, sans compter même l'action électrique directe des électrolytes sur les micelles, déjà chargées, de la membrane. P. Girard (4), dans

(1) Chanoz, Journ. de Physiol. Pathol. gén., t. 7, 1905 et Journ. de Physique (4), t. 6, 1907.

(2) Nernst, Zschr. f. physik. Chem., Bd. 9, 1892.

(3) Chanoz, *ll. cc.* ; Perrin, J., Journ. de Chimie phys., 1903, 1904, 1905 ; Girard et Henri, C. R. Acad. Sc., t. 142, 1906 ; Cybulski, Arch. intern. Physiol., t. 2, 1905.

(4) Girard, P., *Recherches expérimentales sur le mécanisme physico-chimique de l'hémiperméabilité des cellules vivantes aux électrolytes*. Journ. de Phys. Pathol. gén., t. 12, 1910.

un travail tout récent, vient, en se fondant sur les recherches de J. Perrin, de suggérer une conception — partielle sans doute, mais assez simple — de l'état électrique des membranes et de son influence sur le *sens* de l'osmose. Dans la membrane organique, il n'envisage que les conditions de structure — très simplifiées — qui permettent leur assimilation aux « diaphragmes » de J. Perrin : une certaine épaisseur, traversée de tubes de communication capillaires. Or, du chef seul de cette structure, la membrane organique, qui sépare des solutions électrolytiques, sera déjà le siège d'une polarisation électrique et deviendra comparable à un feuillet magnétique présentant une différence de potentiel entre ses deux faces. On conçoit dès lors, vis-à-vis des électrolytes, une différence de perméabilité dans les deux sens : « la perméabilité sera accrue ou diminuée d'après l'orientation du champ électrostatique de diffusion » des substances dissoutes. Girard trouve, dans son hypothèse, une explication très plausible de l'hémiperméabilité des membranes de tissus vivants. Nous croyons le phénomène beaucoup plus complexe, fût-ce pour cette seule raison que les membranes cellulaires n'ont malheureusement pas la structure élémentairement simple des dispositifs ingénieux de J. Perrin ; mais nous estimons aussi qu'il n'est point inutile de déterminer les mécanismes « minima » qui suffiraient à assurer le jeu de telles ou telles manifestations vitales isolées. Nous signalons à ce titre le court mémoire de P. Girard.

S'il fallait conclure ce chapitre sur les colloïdes, nous insisterions sur la nécessité, qui commence à s'imposer aux chercheurs, d'étudier la physico-chimie de la vie dans son sol natif, dans l'état colloïdal. Les lois purement physiques, comme les lois purement chimiques, sont, pour le « colloïde », des manières de *lois limites :* y être pleinement soumis, serait perdre

son originalité et celles précisément de ses propriétés qui le rendent le substrat le plus adapté aux phénomènes vitaux. D'autre part, la physico-chimie des colloïdes, si suggestive devant les faits du métabolisme, ne semble pas avoir grande prise sur la « morphologie » des organismes (1) : elle n'épuisera donc pas, tant s'en faut, les problèmes fonciers de la biologie. L'illusion sur ce point serait puérile. Mais eût-elle même, soit seule, soit conjointement avec d'autres sciences, démonté et réédifié, jusqu'au dernier joint, toute la structure phénoménale de l'être vivant, qu'elle aurait parachevé sans doute la *théorie empirique* de la vie, mais n'aurait encore aucunement « expliqué » *la vie*. Car la différence principielle entre une machine et un organisme vivant gît, non pas dans l'agencement constatable de leurs éléments empiriques, mais dans le fait que la finalité, qui coordonne ces éléments à un but commun, leur est, dans le cas d'une machine, imposée du dehors, tandis qu'elle est interne, immanente, dans un organisme. A vrai dire, l'appréciation de cette différence n'est plus du ressort des sciences positives.

Dans un second article, nous étudierons, en nous appuyant sur les pages qui précèdent, les vues actuellement régnantes au sujet de deux classes importantes de phénomènes physiologiques : *la catalyse et les actions fermentaires*, puis les réactions *d'antigènes et anticorps*.

J. Maréchal, S. J.

(1) Cet article était écrit quand nous prîmes connaissance de la communication de R. Höber à la revue Scientia (Vol. 7, 1910) sur le « *rôle physiologique des colloïdes* ». Tout observateur familiarisé avec la morphologie cellulaire reconnaîtra, comme lui, le peu d'influence que les actions colloïdales semblent avoir sur la morphologie d'ensemble de la cellule. On peut conclure par un *à fortiori* à l'insignifiance de leur rôle dans la morphologie générale des organismes. Ce sont de bons matériaux de construction, sans rapport direct avec l'architecture spécifique de l'édifice.

VARIÉTÉS

I

EN MARGE DE LA GUERRE

BLESSURES ET MALADIES

Nous nous proposons, dans ces pages, d'envisager le danger que court le soldat exposé au feu des armes modernes, sur le champ de bataille, et guetté par la maladie, au cours de la campagne. Peut-être les quelques données générales que nous présenterons au lecteur lui permettront-elles de compléter ou de rectifier ce que les récits de guerre ne font souvent qu'effleurer pour s'étendre sur la stratégie, la tactique et la politique mondiale.

Le sujet, d'ailleurs, a bien son importance.

De l'étude comparée des statistiques, il résulte que, depuis un siècle et demi, le pour-cent des hommes tués au cours d'une bataille, ou mis hors d'état de continuer à se battre, n'a cessé de diminuer lentement. Au temps de Frédéric le Grand, le cinquième, en moyenne, des combattants était atteint ; il est permis de penser que, dans une bataille prochaine, le dixième tout ou plus serait mis hors de combat.

Ces conclusions ressortent assez bien du tableau que nous donnons en annexe (1). Une statistique plus complète ferait mention des pertes éprouvées par heure de combat ; mais cette donnée, intéressante au plus haut point, quand on discute art militaire, est pratiquement sans intérêt pour le soldat qui risque sa vie ;

(1) Voir aussi l'étude du capitaine F. Culmann sur *Les caractères généraux de la guerre d'Extrême-Orient*, 1909. Paris, Berger-Levrault.

il préférera lutter pendant dix journées consécutives que pendant deux heures seulement, si la probabilité de sortir sain et sauf de la bataille croît avec sa durée. A vrai dire, au moment de la crise, il ne s'attarde pas à ces comparaisons : telle est, sans doute, son émotion, qu'il ne songe, dans la griserie de la poudre, qu'au danger du moment. Et qui oserait se croire totalement à l'abri de cette révolte du corps contre l'âme qui s'appelle la peur ? Turenne, en tous cas, avouait qu'il n'y échappait pas quand il s'écriait, s'adressant à lui-même, au début d'un combat : « Tu trembles, carcasse ! Tu tremblerais bien plus encore si tu savais où je vais te mener tout à l'heure ! » Et le général russe Skobeleff, qui semblait se jouer au milieu des balles ennemies et les bravait avec héroïsme, reconnaissait devant ses intimes qu'il connaissait la peur, et que, chaque fois qu'il prenait part à un engagement, c'était avec l'idée sombre qu'il n'en reviendrait pas.

Mais laissons les épreuves morales auxquelles le soldat est soumis ; et retenons ce premier fait très consolant : la guerre est aujourd'hui moins meurtrière qu'elle ne le fut au début de l'utilisation systématique des armes à feu.

Il est vrai que le propre des moyennes est souvent de nous induire en erreur. A consulter le tableau que nous avons annexé à cette étude, et dont nous avons dégagé la conclusion précédente, il semblerait, par exemple, que chaque Prussien, à Saint-Privat, en 1870, ait eu 9 chances sur 10 de ne pas être atteint par les balles, les éclats d'obus ou l'arme blanche. Or, d'autres statistiques nous apprennent que, dans cette bataille, parmi les plus éprouvés, cinq régiments de la Garde perdirent chacun 40 p. c. de leur effectif en troupes, et de 54 à 73 p. c. de leurs officiers. Dans certaines unités moins importantes, les pertes furent plus sensibles encore : le bataillon de tirailleurs de la Garde vit tomber, en deux heures et demie, 450 hommes sur 900 et *tous* ses officiers. Par contre, certains corps, peu engagés, furent presque totalement épargnés. En pratique, plus les effectifs en présence sont considérables, plus est grand l'écart des pertes entre les unités les plus et les moins éprouvées. Cela tient à la difficulté qu'éprouve le chef à amener à temps toutes ses troupes sur le champ de bataille, à l'obligation de les faire marcher en colonnes profondes qui déversent lentement les renforts sur le théâtre de la lutte et à la nécessité pour le général en

chef de se constituer des réserves jusqu'au moment de l'attaque décisive.

Lorsque des troupes ont subi des pertes aussi considérables que celles que nous venons de rappeler, — dans certains cas elles ont atteint 75 p. c. en quelques minutes — cette catastrophe a été, en général, la conséquence d'une surprise par le feu, ou de la nécessité de s'exposer dans une zone de terrain particulièrement découverte. Que nous réserve ici l'avenir ? Verrons-nous encore pareilles hécatombes ?

Elles restent possibles évidemment.

D'une part, les officiers ne connaissent pas tous parfaitement leur métier si complexe, d'autant plus que les mille et une fictions des exercices et des manœuvres du temps de paix faussent souvent les idées ; il n'y a plus en Europe que les Anglais et les Russes qui, de nos jours, aient fait la grande guerre. Des fautes graves pourront donc être commises dans la conduite des troupes. En outre, la qualité militaire des gradés inférieurs, qui ont aussi leur part de responsabilité, diminue à mesure que le temps de service actif est réduit et que l'appât des situations lucratives dans les carrières civiles enlève aux armées, en temps de paix, les meilleurs éléments de ces cadres permanents dont elles ont si grand besoin. Hâtons-nous toutefois d'ajouter que le caractère foudroyant des surprises par le feu est tel, avec nos armes modernes, que la tactique a tenu largement compte, dans son évolution, des dangers courus par les troupes qui ne veilleraient pas avec un soin méticuleux à leur sécurité sur le champ de bataille ; c'est pour prévenir ces surprises qu'elle a édicté tant de règles sévères, qui accumulent les précautions à prendre et multiplient les organes lancés de toutes parts pour tâter le danger et le signaler aux chefs.

Venons-en à la valeur destructive des différentes armes. Ici il y a lieu de distinguer les méfaits du choc de ceux des armes à feu. Le capitaine Culmann, dans l'ouvrage que nous avons déjà cité, consacre un chapitre important aux pertes et à l'efficacité de l'infanterie, de la cavalerie et de l'artillerie en 1870-71 et en 1904-05. Nous en résumons ici les parties les plus intéressantes.

Les armes blanches sont infiniment moins meurtrières que les armes à feu, ainsi qu'en témoigne le tableau suivant :

Belligérants	Armes blanches	Armes à feu.
Allemands (1870-71)	0,6 p. c.	99,4 p. c.
Russes	1,7 »	98,3 »
Japonais (campagne)	3 »	97 »
Japonais (Port Arthur)	10 »	90 »

Le chiffre énorme de 10 p. c., relevé à Port-Arthur, en faveur des armes blanches — encore faut-il ici compter pour nulle l'action de la lance et du sabre — s'explique par le caractère particulier de la guerre de siège. Les Russes avaient eu le temps de créer, autour de Port-Arthur, des points d'appui nombreux, complétés par des retranchements d'infanterie dont l'ensemble comprenait quatre ou cinq lignes successives. Pas un mètre carré de terrain, peut-on dire, qui ne fût sous le feu concentré des fusils, des mitrailleuses et de l'artillerie légère. Les Japonais, brutalement instruits par l'échec de leurs attaques de vive force, s'avançaient péniblement à la faveur de tranchées ; leur progression lente les amenait à quelques dizaines de mètres des travaux de la défense ; là, les adversaires restaient face à face, des journées entières. Enfin, quand on croyait le moment propice arrivé, on tentait, la nuit, un assaut par surprise, par violence. Plus d'armes à feu : on eût risqué de tirer sur les amis ; mais la baïonnette pour l'estocade et la crosse pour l'assommade.

Les Russes sont de rudes adversaires. S'il faut en croire certains correspondants de guerre anglais, chacun d'eux est supérieur à trois Japonais dans les combats à l'arme blanche. Confiants dans celle-ci, c'est à elle seule qu'ils ont eu recours pour repousser les derniers assauts.

Quoi qu'il en soit, le fusil et le canon sont les armes principales de la bataille ; et, de ces deux engins, le premier est le plus meurtrier. Les chiffres suivants en font foi :

Belligérants	Canons	Fusils.
Allemands (1870)	8,4 p. c.	91,6 p. c.
Russes (1904-1905)	13 »	87 »
Japonais (1904-1905)	13 »	87 »

Ainsi, le rapport du rendement meurtrier des deux armes passe de $\frac{1}{11}$ en 1870-71 à $\frac{1}{6,7}$ en 1904-05. Mais que de facteurs interviendraient pour compliquer le problème, si l'on tentait de comparer rigoureusement ces fractions ! A l'obus emplombé qui donnait péniblement une vingtaine d'éclats s'est substitué le

shrapnel moderne qui contient 300 balles ; le système de pointage des bouches à feu s'est perfectionné ; la vitesse du tir et les portées ont augmenté ; la poudre sans fumée a été découverte, etc., tout cela au profit du canon.

Une remarque toutefois est nécessaire : les chiffres empruntés aux statistiques ne mesurent qu'une chose, la *puissance de destruction* des armes à feu. Or, on sait qu'une des caractéristiques de l'artillerie à tir rapide est sa *puissance de neutralisation*. Grâce à celle-ci, une troupe qui, en raison des pertes infligées en un temps très court, s'est vue obligée de se terrer derrière des abris naturels ou artificiels, se trouve inutilisable pour une période du combat pendant laquelle toute sa puissance vive est nulle. C'est là une forme du rendement de l'artillerie que les statistiques ne renseignent pas, ce n'est cependant pas la moins intéressante.

Qu'il s'agisse du canon ou du fusil, la dépense en munitions que les guerres actuelles imposent est devenue colossale. Croirait-on qu'à Wafangou, par exemple, il fallut 380 kilogrammes de mitraille pour mettre un Japonais hors de combat ; alors qu'en 1870-71, avec les projectiles rudimentaires que l'on sait, il y eut un homme tué ou blessé pour 22 obus de 4 kilogr. ? Il est vrai que les portées de tir étaient bien moindres alors qu'aujourd'hui. On ne pouvait pas, à cette époque, commencer le combat comme on le fait maintenant, quand l'adversaire est encore à 4 ou 5 kilomètres. Mais il y a une grande compensation : à ces énormes distances, les yeux distinguent mal, même armés d'excellentes jumelles ; et ils y voient d'autant moins que le *vide du champ de bataille*, ce phénomène typique des engagements actuels, n'a cessé d'augmenter grâce à l'absence de fumée et à l'usage des uniformes peu apparents, grâce aussi à l'utilisation systématique de la fortification, des couverts et des rideaux. Il en résulte que l'appoint du canon est, au début des rencontres, beaucoup plus moral que physique. Le bruit que fait la poudre en déchirant l'air sans tuer personne donne au soldat l'illusion d'être soutenu. Et, il faut bien le reconnaître, nos milices d'aujourd'hui ont besoin de tous les réconforts ; en dépit de leur valeur amoindrie ne sont-elles pas soumises, en effet, à des épreuves de plus en plus déprimantes et de plus en plus longues ? Ce besoin d'assourdir l'ouïe pour réconforter le cœur est si vif, qu'en Extrême-Orient, les fantassins japonais en arrivèrent à exiger que leur artillerie leur tirât dans le dos, à la ligne de feu russe, lorsqu'ils s'étaient avancés jusqu'à ces distances de

l'adversaire où le tir des canons doit être reporté sur les réserves échelonnées au loin sous peine de voir les projectiles atteindre sans distinction amis et ennemis. Ils voulaient, au moment suprême de la crise, avoir l'impression d'un soutien effectif, fût-ce au risque d'être atteints par les shrapnels de leurs propres batteries.

En 1904-1905, l'infanterie consomma 1000 cartouches — le cinquième du poids d'un homme — pour mettre un soldat hors de combat (1). Il en avait fallu 160 pour obtenir le même résultat avec le fusil à aiguille des fantassins allemands de 1870. Cette arme est donc devenue plus prodigue encore que l'artillerie de coups sans portée efficace.

Terminons ce rapide aperçu des questions relatives à l'efficacité des différentes armes, par le tableau des pertes éprouvées par les troupes combattantes, en Extrême-Orient.

Belligérants	Infanterie	Cavalerie	Artillérie
Russes	26,6 p. c.	9,9 p. c.	8,7 p. c.
Japonais	32,0 »	2,0 »	14,0 »

En même temps que les batailles devenaient moins meurtrières, au cours de ces 150 dernières années, la situation faite aux combattants atteints par les balles s'améliorait très sensiblement. Certes, ce n'est pas uniquement ni même avant tout la pitié pour le soldat qui provoqua, de la part des ingénieurs militaires, les recherches qui ont abouti à l'emploi de projectiles moins dangereux ; les perfectionnements techniques tenaient la première place dans leurs préoccupations : le but auquel ils tendaient était, en effet, de réduire le poids des cartouches au minimum compatible avec la condition de conserver aux balles, aux grandes distances, une force vive convenable. Ils y sont parvenus. Sans surcharger le fantassin, on augmente ainsi son approvisionnement en munitions ; et par un heureux concours de circonstances, il s'est fait que ces munitions nouvelles, nécessaires aux armes modernes, en ont fait des engins moins cruels. Ce résultat, très inattendu à première vue, est infiniment consolant, et on ne peut que se féliciter de découvrir ici d'étroites relations entre les progrès techniques des armes et les conditions humanitaires du combat.

(1) Le fusil russe Mossine, ou à 3 lignes, mod. 1891, de 7.626 m.m de calibre utilisait une cartouche dont la balle en plomb durci, avec enveloppe de maillechort, pesait 14 grammes.

S'il faut en croire les dires de témoins oculaires (1), la balle moderne ne provoque, en général, au début, que de faibles impressions de douleur, même quand la blessure qu'elle fait est sérieuse. Il arrive que la vue du sang seule avertit le blessé qu'il vient d'être atteint. Les fortes douleurs sont caractéristiques des fractures de la partie médiane des os longs et des blessures aux articulations. Quant aux atteintes à la colonne vertébrale, elles sont généralement suivies d'une paralysie totale ou partielle. Ce sont les hémorragies internes, tout aussi redoutables aujourd'hui qu'au temps passé, et les atteintes au crâne, qui sont les causes principales de décès sur les champs de bataille. Par contre, l'hémorragie externe est devenue, dans la plupart des cas, très faible. Le professeur Zoege von Manteuffel, qui est allé en Mandchourie, rapporte que des hommes, la poitrine traversée de part en part, continuaient à marcher dès qu'on leur avait collé un double emplâtre sur la poitrine et sur le dos. On cite des cas d'endurance plus caractéristiques encore. En 1900, au Transvaal, un Connaught-Ranger est atteint de quatre coups de feu : deux aux poumons, un au pied, un à l'avant-bras. Il n'en continue pas moins à tirer jusqu'à ce qu'il ait été mis définitivement hors de combat par une cinquième balle, qui lui traverse la poitrine et une sixième, qui lui brise le bras. Pareils exploits eussent été impossibles au temps des projectiles en plomb. Des expériences comparatives, faites avec ces balles en plomb et les balles à enveloppe dure que lancent nos fusils de guerre actuels, ont donné la clef du mystère. Nous en signalerons quelques-unes.

On a tiré sur du bois de hêtre dur et étudié minutieusement les résultats. Voici, d'après une revue militaire allemande (2), ce que l'on a constaté. Le projectile ancien en plomb mou pénètre dans le bois sur une profondeur de 10 cm. Le canal qu'il creuse, cylindrique à l'entrée et sur une longueur d'un centimètre environ, se poursuit en s'élargissant : il prend la forme tronconique. Le diamètre de la grande base mesure près de six calibres. Le projectile, encastré au fond de ce canal, est aplati et déformé.

Avec une balle dum-dum, la déchirure, plus profonde, a un moindre volume ; mais les parois sont très déchiquetées, et la balle est devenue méconnaissable. Le projectile à enveloppe dure, que l'on utilise actuellement, pénètre cinq fois plus pro-

(1) Lire entre autres : *Dr Küttner : Die Kriegschirurgische Erfahrungen aus dem südafrikanischen Kriege.*

(2) Internationale Revue über die gesamten Armeen und Flotten. (Suppl. 73, 1905).

fondément que la balle en plomb mou. Le canal de pénétration est presque parfaitement cylindrique sur toute sa longueur, et la pointe de la balle seule est à peine émoussée.

Dans les tissus humains, les projectiles produisent des effets analogues. Dans les parties molles, le plomb mou agit à la façon d'un *explosif*, il déchire ; la balle à enveloppe de maillechort, au contraire, troue, et laisse une trace cylindrique, du calibre du fusil. Le trou d'entrée a les bords lisses ; le trou de sortie est rond, peu déchiré, ou en forme de boutonnière. Il arrive toutefois, qu'à la sortie, la plaie atteigne 8 centimètres sur 11 ; mais il faut pour cela que la balle ait rencontré un os sur lequel elle s'est écrasée et a rebondi, ou que le coup ait été porté à vingt ou trente centimètres.

Pendant la campagne de Mandchourie, Russes et Japonais ont été accusés d'avoir eu recours aux balles dum-dum. Il est certain aujourd'hui qu'aucune infraction à la Convention de La Haye de 1899 ne fut commise : ni l'un ni l'autre des deux belligérants ne fit usage de ces munitions. Remarquons d'ailleurs, avec tous les médecins militaires, que les projectiles ordinaires pénétrant après ricochet produisent des effets qui se rapprochent de ceux des dum-dum. Les accusations que les adversaires se sont mutuellement lancées reposent sans doute sur la confusion que ce phénomène rend aisée.

Contrairement à l'opinion qui se présente naturellement à l'esprit, les maladies qui sévissent au cours des campagnes ont fait bien longtemps plus de mal aux armées que les batailles les plus sanglantes. Voici d'après le docteur Knaak, médecin de régiment de l'armée allemande (1), un aperçu de ce que nous apprennent les statistiques relatives aux guerres antérieures à 1900 :

	Campagne.	Belligérants.	Hommes morts de maladie pour un tué.
1828-29	Russo-turque.	Russes	4
1854-56	Crimée	Anglais	3,7
		Français	3,9
1866	Bohême	Prussiens	1,4
		Autrichiens	1,1
1870	Franco-allemande.	Allemands	0,5
1877-78	Russo-turque.	Armée russe du Danube	2,5
		id. du Caucase	18,8

(1) Dans une étude sur les *Maladies à la guerre*, analysée par le BULLETIN DE LA PRESSE MILITAIRE, en 1901.

Encore ces chiffres ne donnent-ils qu'une idée incomplète de la part qui revient aux maladies dans les méfaits de la guerre. Ils ne tiennent pas compte, en effet, des hommes incomplètement guéris, et dont la santé, très ébranlée, n'est jamais plus telle qu'elle était avant la guerre. En outre, ces chiffres ne mettent pas en évidence le nombre considérable de soldats qu'une maladie, sans issue tragique, a tenu éloignés de la troupe active : ce déchet peut être énorme. Les récits officiels nous apprennent qu'en 1870-71, par exemple, sur 33 101 officiers, médecins et fonctionnaires, sur 1 113 254 sous-officiers et soldats allemands qui pénétrèrent en territoire ennemi, 475 000 hommes furent admis en traitement dans les hôpitaux pour cause de maladie. Cela représente 60,3 p. c. de l'effectif moyen de l'armée allemande, et 42,7 p. c. du nombre total des hommes mobilisés. On n'enregistra que 14 648 décès dus à ces maladies. En voici le détail :

Maladies	Malades	Morts	Malades pour 1000 h. d'effectif total.
Maladies infectieuses	123 915	11 496	157,3
Fièvre (non infectieuse)	8 334	95	10,5
Maladies des voies respiratoires	73 356	1 527	93,1
Maladies des voies digestives	67 894	393	86,1
Rhumatismes	46 008	73	58,4
Maladies externes	37 599	48	47,1
Maladies vénériennes	33 538	16	42,6
Autres maladies diverses	93 218	1 000	11,8

On conçoit sans peine qu'il y ait, dans les armées, plus de malades en temps de guerre que pendant le séjour dans les casernes, et que les maladies prédominantes ne soient pas les mêmes dans les deux cas. Au cours des hostilités, ce sont les maladies infectieuses qui causent les plus grands ravages. Si la rougeole, la scarlatine et la diphtérie ne frappent pas, en général, plus d'hommes en campagne qu'en temps ordinaire, il en est autrement du choléra, du typhus abdominal, de la fièvre typhoïde pétéchiale, de la dysenterie, de la fièvre intermittente et de la peste. Le danger de contracter certaines de ces maladies varie évidemment beaucoup avec le théâtre des opérations et l'origine des troupes. Ainsi on a constaté, en 1870, que les soldats du Schleswig-Holstein et les Bavarois étaient sujets à la dysenterie, affection rare, paraît-il, dans leur pays ; tandis qu'un régiment de Polonais en fut pour ainsi dire indemne. La fièvre

intermittente, au contraire, frappa surtout les hommes originaires des contrées où ces fièvres sont à l'état endémique.

Les causes de rapide extension des maladies infectieuses sont malheureusement nombreuses en campagne. Il faut citer surtout l'accumulation de troupes sur des espaces restreints, la consommation d'eau douteuse, le séjour dans des locaux étroits et mal aérés et la malpropreté corporelle. Ajoutez à cela que les maladies ordinaires elles-mêmes rencontrent, chez le soldat en campagne, une résistance amoindrie par les fatigues, le changement de nourriture, l'irrégularité des repas et les épreuves morales. Si leurs ravages sont plus considérables, ce n'est donc pas qu'elles aient dans les camps une virulence particulière, mais elles y trouvent des hommes affaiblis par un long surmenage et, par surcroît, devenus moins prévoyants. Le troupier qui, en temps ordinaire, se vante volontiers près de ses camarades d'une carotte tirée au médecin de son régiment, devient tout autre quand le moment est venu de se dévouer. Déjà, au cours des grandes manœuvres du temps de paix, la transformation est manifeste : à la caserne, Chapuzot simulait la fièvre pour échapper à une corvée ; en campagne, courageux et endurant, il supporte le cœur léger les mille misères du service. Au moment de la guerre, il ira jusqu'à compter pour rien les premiers symptômes de la maladie qui le guette, et ne réclamera les soins de la faculté que lorsqu'il se sentira à bout. Cette mentalité, réconfortante au point de vue militaire, peut avoir parfois un fâcheux retentissement sur la santé du soldat. Mais ce danger n'est-il pas commun à tous ceux qui ont à cœur l'accomplissement d'un devoir ?

Les statistiques que nous avons pu nous procurer ne nous permettent pas de comparer le nombre des malades à celui des tués et des blessés, dans les armées russe et japonaise, en 1904-1905. Ce que nous savons, c'est que les services hospitaliers nippons ont eu à soigner 662 523 individus amis et ennemis. De ce nombre, 21 730 Russes ont reçu les soins que réclamait leur état dans le rayon même des opérations militaires. Il en mourut 1158, parmi lesquels 500 hommes atteints de scorbut, autour de Port-Arthur. Des 9207 militaires de la même nationalité traités dans les hôpitaux de l'armée japonaise, 321 sont morts. Ces chiffres suffisent à mettre en lumière les progrès énormes du service de santé dans les corps de troupes. Ils paraîtront plus évidents encore, si l'on tient compte des difficultés d'ordre pratique contre lesquelles il fallut lutter au cours de

cette campagne. Nulle part on ne put disposer de locaux assez vastes pour y installer des hôpitaux. Ce qu'on décorait de ce nom comprenait le plus souvent de quinze à vingt petites maisons chinoises, disséminées, malpropres et malsaines. Ajoutez à cela que l'évacuation des blessés et des malades vers la zone de l'arrière devait se faire par des chemins défoncés, coupés d'ornières et qu'une pluie de quelques heures transformait en marais fangeux.

Pour comble de malheur, on avait affaire à une population fanatique et inintelligente, qui poussait l'aberration jusqu'à craindre d'être surprise par les Japonais à soigner un soldat russe. C'est à ce point que la IVe armée nippone dut faire afficher, dans les villages qu'elle traversait, une proclamation aux termes de laquelle les habitants étaient invités et sollicités par la promesse de récompenses, à prodiguer leurs soins aux malades et aux blessés, à les recevoir dans leur demeure et cela sans aucune distinction de nationalité.

En Europe les conditions sanitaires des hôpitaux improvisés seraient incontestablement supérieures à celles qu'imposaient là-bas les circonstances ; la mentalité des habitants serait aussi et de beaucoup plus élevée, et dès lors, leur intervention bienfaisante plus dévouée et plus efficace. Soutenu par ce concours et pourvu de toutes les ressources que multiplient les progrès de l'art de panser et de guérir, l'antisepsie et la prophylaxie, le service de santé réaliserait à coup sûr de véritables prodiges.

Le tableau que nous venons de tracer est sombre, sans doute, et la guerre sera toujours un fléau redoutable. Mais la voix de la Patrie crie plus haut que les horreurs et les ruines qu'elle amoncelle, et le devoir de la défendre quand elle est menacée, est sacré.

***

APPENDICE

Pertes subies dans les principales batailles depuis Frédéric II (1)

BATAILLES	BELLIGÉRANTS	EFFECTIFS	PERTES nombre	PERTES %	DURÉE (heures)
Mollwitz . . .	Prussiens	21 600	4 850	22,5	5
	Autrichiens	19 000	4 550	23,9	
Hohenfriedeberg	Prussiens	59 000	4 700	7,9	5
	Austro-Saxons	70 000	8 000	11,4	
Soor	Prussiens	22 000	3 600	16,4	5
	Autrichiens	39 000	3 600	9,2	
Kesselsdorf . .	Prussiens	30 000	4 900	16,3	2
	Austro-Saxons	31 000	3 800	12,3	
Prague. . . .	Prussiens	64 000	14 000	21,9	5
	Autrichiens	61 000	9 000	14,8	
Kolin	Prussiens	33 000	13 700	41,5	6
	Autrichiens	54 000	8 100	15,0	
Leuthen . . .	Prussiens	35 000	6 400	18,3	4
	Autrichiens	65 000	10 000	15,4	
Zorndorf . . .	Prussiens	36 000	11 700	32,5	8
	Russes	42 000	15 600	37,1	
Torgau. . . .	Prussiens	44 000	16 500	37,5	7
	Autrichiens	52 000	16 000	30,8	
Marengo . . .	Français	28 500	4 700	16,5	12
	Autrichiens	28 000	6 500	23,2	
Austerlitz . . .	Austro-Russes	86 000	12 000	14,0	5
	Français	75 000	7 000	9,3	
Auerstädt . . .	Prussiens	54 000	14 000	25,9	7
	Français	26 500	7 000	26,4	

(1) D'après le capitaine Cullmann, dans l'ouvrage cité.

BATAILLES	BELLIGÉRANTS	EFFECTIFS	PERTES nombre	PERTES %	DURÉE (heures)
Eylau	Prusso-Russes	82 500	26 800	32,5	12
	Français	75 000	28 500	38,0	
Aspern	Autrichiens	96 000	21 700	22,6	21
	Français	60 000	23 000	38,3	
Wagram . . .	Autrichiens	118 000	19 000	16,1	14
	Français	170 000	20 000	11,8	
La Moskowa . .	Russes	104 000	43 000	41,3	15
	Français	124 000	28 000	22,6	
Gross Görschen .	Alliés	70 000	10 500	15,0	8
	Français	130 000	25 000	19,2	
Bautzen . . .	Alliés	94 000	12 000	12,8	15
	Français	170 000	22 000	12,9	
Leipzig. . . .	Alliés	300 000	48 000	16,0	30
	Français	200 000	45 000	22,5	
Ligny	Prussiens	83 000	12 000	14,5	6
	Français	75 000	10 500	14,0	
Waterloo . . .	Alliés	140 000	22 000	15,7	8
	Français	72 000	24 000	33,3	
Magenta . . .	Autrichiens	58 000	4 700	8,1	9
	Français	60 000	4 500	7,1	
Solferino . . .	Autrichiens	133 000	13 100	9,8	12
	Franco-Italiens	151 000	14 400	9,5	
Frederiksbourg .	Nordistes	113 000	12 000	10,6	6
	Sudistes	78 000	5 000	6,4	
Gettysbourg . .	Nordistes	100 000	23 000	23,0	25
	Sudistes	70 000	22 700	32,4	
Wilderness . .	Nordistes	120 000	15 000	12,5	23
	Sudistes	62 000	11 000	17,7	

BATAILLES	BELLIGÉRANTS	EFFECTIFS	PERTES nombre	PERTES %	DURÉE (heures)
Sadowa . . .	Prussiens	220 000	9 100	4,1	8
	Autrichiens	215 000	18 000	8,7	
Wissembourg .	Français	6 800	1 200	17,6	7
	Allemands	39 000	1 550	4,0	
Woerth . . .	Français	42 000	6 000	14,5	9
	Allemands	91 000	12 000	13,2	
Mars-la-Tour . .	Allemands	66 300	15 800	23,8	10
	Français	121 500	13 800	11,4	
St-Privat . . .	Allemands	198 600	19 600	9,8	8
	Français	120 600	12 300	10,2	
Sedan	Allemands	165 400	8 900	5,4	12
	Français	108 000	17 000	15,7	
Coulmiers . . .	Allemands	18 500	780	3,9	9
	Français	40 000	1 600	4,0	
Loigny	Allemands	38 000	4 100	10,8	9
	Français	98 000	15 500	15,8	
Plevna I . . .	Russes	10 000	2 800	28,0	7
	Turcs	14 000	3 000	21,4	
Plevna II . . .	Russes	32 500	7 300	22,5	10
	Turcs	23 000	1 200	5,2	
Plevna III . . .	Russes	80 000	15 500	19,4	40
	Turcs	35 000	4 000	11,4	
Maggersfontein .	Anglais	8 000	950	11,9	13
	Boers	6 000	250	4,2	
Colenso . . .	Anglais	15 000	950	6,3	8
	Boers	4 000	30	0,8	
Yalou	Russes	16 000	2 400	15,0	7
	Japonais	42 000	1 040	2,5	

BATAILLES	BELLIGÉRANTS	EFFECTIFS	PERTES nombre	PERTES %	DURÉE (heures)
Kintschéou . .	Russes	18 000	830	4,6	14
	Japonais	42 000	4 320	10,3	
Wafangou. . .	Russes	36 000	3 480	9,7	12
	Japonais	36 000	1 210	3,4	
Liao-Yang. . .	Russes	150 000	16 500	11,0	90
	Japonais	128 000	24 000	18,5	
Scha-Ho . . .	Russes	200 000	42 500	21,2	90
	Japonais	170 000	20 000	11,8	
Sandepou. . .	Russes	125 000	10 000	8,0	70
	Japonais	50 000	7 000	14,0	
Moukden . . .	Russes	310 000	59 800	19,3	100
	Japonais	290 000	41 000	14,1	

Les batailles d'Aspern, Wagram, Bautzen, Leipzig, Gettysbourg, Wilderness, Plevna III, Liao-Yang, Scha-Ho, Sandepou et Moukden se sont réparties sur un nombre de journées qui varie de deux à dix.

La bataille de Magenta est la première grande bataille où on ait fait usage d'armes rayées.

II

DE MOMENTIS GRAVIUM

UNE QUESTION DE STATIQUE DÉBATTUE AU XVIIe SIÈCLE

Jean-François Vanni, jésuite de Lucques, dans son opuscule *De momentis gravium* (1), considérait une sphère I (fig. 1), posée sur deux plans inclinés XC et ZC. Admettant que l'angle

(1) Romae, 1684, 4°. Un extrait de cet opuscule : *Specimen libri de momentis gravium* Authore *J. F. V. Lucensi* a été imprimé dans les ACTA ERUDITORUM, 1684, p. 511.

XCZ soit droit et que les triangles rectangles XNC et CZO aient leurs côtés respectivement égaux, il en déduisait que : 1° chacun des deux plans inclinés soutient la sphère avec le même « moment », avec lequel la sphère tend à descendre le long de l'autre plan ; 2° le rapport du « moment total » (poids de la sphère) au moment de sa descente suivant le plan ZC, conformément à la loi du plan incliné, est égal à ZC : ZO ; 3° le rapport du même moment total au moment de la descente suivant le plan XC est égal à XC : XN ; 4° le rapport du moment total à la somme de deux moments particuliers est égal à XC : (XN + NC). Ne se rendant pas compte que ce n'est pas la somme des pressions aux points F et H, mais la somme de leurs composantes verticales, qui est égale au poids de la sphère, Vanni s'étonnait

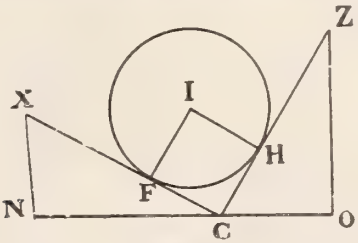


Fig. 1.

que ce poids fût plus petit que la somme des « moments particuliers », et ce résultat le faisait douter de l'exactitude de la loi du plan incliné.

La question soulevée par Vanni fut reprise l'année suivante dans les Acta Eruditorum par le mathématicien polonais Adam Adamandy Kochanski (1). Dans son écrit (2) il indique d'abord, qu'au sujet du mouvement de la sphère considérée par Vanni, on peut faire trois hypothèses : 1° les deux plans inclinés sont

(1) Le mémoire de Kochanski : *Analecta Mathematica sive Theoreses Mechanicae novae, de natura machinarum fundamentalium et novo motuum machinalium principio universali et unico, etc.*, imprimé à la fin du grand folio de Gaspard Schott *Cursus Mathematicus* (Herbipoli, 1661, p. 621-657) place son auteur sur le front de la phalange des écrivains, qui composent l'école appelée par M. Duhem (*Origines de la statique*, t. II) « l'école jésuite », en statique du XVIIe siècle. L'analyse détaillée de ce mémoire fait l'objet d'une note : *La statique de Kochanski* (Statyka Kochanskiego), présentée simultanément à la Société scientifique de Varsovie (*Towarzystwo Naukowe Warszawskie*).

(2) *Consideratio speciminis libri de Momentis Gravium Authore J. F. V. Lucensi* dans les Acta Eruditorum, 1685, p. 262.

immobiles ; 2° le plan XC est immobile et CZ peut se déplacer ou s'incliner ; 3° les deux plans peuvent se déplacer ou s'incliner. Prenant en considération exclusivement la première de ces hypothèses, Kochanski remarque que la sphère ne pouvant se mouvoir simultanément dans les deux directions HF et HH, on peut seulement examiner les pressions qu'elle exerce sur les deux plans inclinés. Pour simplifier le calcul, il pose : XC = ZC = 5, NC = ZO = 4, XN = CO = 3 et fait d'abord le reproche à Vanni d'avoir omis « les poids perdus sur les plans inclinés ». Cette notion a été introduite dans la statique par Descartes, lequel en 1640 (1) considérait le poids d'un corps, placé sur le plan incliné, comme égal à la somme algébrique de ses deux composantes (poids apparent + pression sur le plan incliné ou « poids perdu »). L'erreur commise par Descartes se maintenait dans les écrits de l'école jésuite (2). Selon Kochanski le rapport du poids descendant suivant le plan XC au poids total est égal à $\frac{XN}{XC} = \frac{3}{5}$ et suivant le plan ZC à $\frac{ZO}{ZC} = \frac{4}{5}$. Les « poids perdus » sont, sur le premier plan $\frac{XC - XN}{XC} = \frac{2}{5}$ et sur le second $\frac{ZC - ZO}{ZC} = \frac{1}{5}$. Ensuite il reproche à Vanni d'avoir pris le rapport XC : (XN + NC) au lieu de 2XC : (XN + NC) et calcule qu'au point F, $\frac{\text{gravitas integra}}{\text{ad infractam}} = \frac{XC}{XN} = \frac{5}{3}$, donc $\frac{\text{deposita}}{\text{ad integram}} = \frac{2}{5}$ et, au point M, $\frac{\text{gravitas integra}}{\text{ad infractam}} = \frac{CZ}{ZO} = \frac{5}{4}$, donc $\frac{\text{deposita}}{\text{ad integram}} = \frac{1}{5}$. En ajoutant il obtient :

$$\frac{\text{gravitas integra}}{\text{ad infractam}} = \frac{2 \,.\, 5}{3+4} = \frac{10}{7}, \quad \frac{\text{gravitas integra}}{\text{ad depositam}} = \frac{2 \,.\, 5}{2+1} = \frac{10}{3}.$$

Admettant pour poids de la sphère « asse uno sive unciis 12 », il le décompose en gravitas infracta $= 8\frac{2}{5}$ et deposita $= 3\frac{3}{5}$ onces.

Leibniz, prenant part à la discussion en novembre 1685 (3),

(1) Cf. P. Duhem, *Les origines de la statique*, t. I, p. 348.

(2) Cf. G. Schott, *Cursus Mathematicus (Analecta...* de Kochanski), 1661, p. 647 ; Lamy, *Traitez de mécanique*, 1679, p. 121 ; Casati, *Mechanicorum libri octo*, 1684, p. 88 ; Stanislaw Solski, *Architekt polski*, 1690, p. 36.

(3) Acta Eruditorum 1685, p. 501. G. G. L. *Demonstratio geometrica regulae apud Staticos receptae de momentis gravium in planis inclinatis, nuper in dubium vocata : et solutio casus elegantis in Actis Novembr. 1684.*

adopte les prémisses erronées de son ami Kochanski (1) au sujet du « double moment (2) » exercé par la sphère sur chaque plan. Mais d'abord, combattant le doute exprimé par Vanni au sujet de la loi du plan incliné, il donne une belle démonstration de cette loi, basée sur le principe de Torricelli ; en voici le résumé : Les deux poids B et C (fig. 2) sont réunis par un fil et quand le poids C descend suivant le plan incliné de C en E, le poids B monte verticalement de B en D. L'équilibre est conditionné par la hauteur du centre de gravité commun de ces deux poids, qui se trouve sur l'horizontale BC. Comme dans les positions D et E ce centre de gravité se trouve aussi sur la droite DE, il est donc au point d'intersection de ces deux droites en H. Suit un lemme géométrique : si les triangles (comme BAC et DAE)

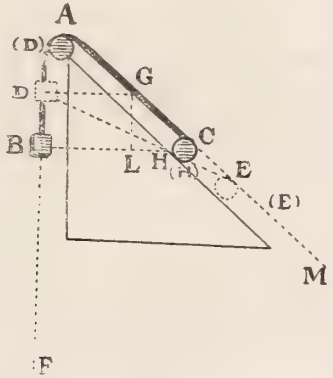


Fig. 2.

ont un angle commun au sommet (A) et la même somme des cotés adjacents (BA + AC = DA + AE), le point d'intersection (H) de leurs bases divise ces bases dans le rapport des côtés adjacents

p. 512, propositi de globo duobus planis angulum rectum facientibus simul incumbente ; quantum unumque planorum prematur, determinans. Réimprimé dans les *Opera omnia* de Leibniz (éd. Dutens) Genève, 1768, t. III, p. 175.

(1) Cf. *Korespondencya Kochanskiego i Leibniza*, suivant les copies faites par E. Bodemann à Hanovre, publiée à Varsovie par S. Dickstein, dans les Prace Matematyczno-Fizyczne, 12, 1901, 225-278 ; 13, 1902, 237-283.

(2) P. 502, « Statim autem patet, (quod etiam ab Adm. Rev. P. Kochanskio in Actis Junii 1685 recte notatum video) globum in plano aliquo inclinato duplex exercere momentum, unum quo decliviter descendere tendit, alterum quo planum declive premit, quae duo simul absolutum seu totale gravis momentum constituunt ».

(DH : HE = AC : AB). Car menant l'horizontale DG et la verticale GL, on a, dans les triangles semblables : AC : AB = GC : GL, GC : CE = DH : HE ; or GL = DB = CE, donc AC : AB = DH : HE. Puisque le point H est le centre de gravité commun de deux poids B et C, on a C : B = DH : HE. Il en résulte la loi du plan incliné : C : B = AC : AB.

En ce qui touche la décomposition du poids de la sphère posée sur les deux plans inclinés (fig. 1), Leibniz énonce une vue très originale. Selon lui sur le plan XC agissent alternativement *(regula alternativorum)* : le moment du poids perdu $\frac{XC - XN}{XC}$ et le moment du poids descendant suivant le plan ZC égal à $\frac{ZO}{ZC}$. Sur le plan ZC agissent de même les moments : $\frac{ZC - ZO}{ZC} + \frac{XN}{XC}$. Conservant les valeurs numériques de Kochanski, Leibniz obtient les valeurs suivantes des « moments » en F et H :

$$\frac{XC - XN}{2XC} = \frac{ZO}{2ZC} = \frac{XC - XN + ZO}{2XC} = \frac{5 - 3 + 4}{2.5} = 0{,}6$$

$$\frac{ZC - ZO}{2ZC} + \frac{XN}{2XC} = \frac{ZC - ZO + XN}{2ZC} = \frac{5 - 4 + 3}{2.5} = 0{,}4$$

Il n'a donc trouvé ni pressions normales sur les plans inclinés $\left(\frac{3}{5} \text{ et } \frac{4}{5}\right)$, dont la somme est plus grande que le poids de la sphère, ni leur composantes verticales $\left(\frac{9}{25} \text{ et } \frac{16}{25}\right)$ dont la somme est égale au poids total pris pour unité. La *regula alternativorum* l'a conduit à un résultat approximatif (0,6 + 0,4 au lieu de 0,64 + 0,36).

Jacques Bernoulli, abordant la discussion en février 1686 (1) remarque avec justesse qu'on y a confondu les notions distinctes : *pondus* et *momentum ponderis*. Considérant le cas particulier, *quand les angles XCN et ZCO sont égaux* et que le poids de la sphère se décompose en deux pressions égales, il démontre que le rapport de chacune de ces deux pressions à la moitié du poids de la spère est égal à XC : XN. Le cas général, quand les

(1) Acta Eruditorum, 1686, p. 96. *Ejusdem Dn. Bernoulli solutio difficultatis contra propositionem quandam mechanicam Authore J. F. V. Lucensi propositae insertaeque Act. Lips. mense novembris 1684.*

angles XCN et ZCO sont différents, n'a pas été considéré par Bernoulli. Il a remarqué seulement que, quand l'angle XCZ, n'étant pas droit, augmente ou diminue, alors simultanément diminue ou augmente la différence entre le poids de la sphère et la somme des pressions sur les deux plans inclinés. Enfin il a comparé cette sphère au coin tranchant le bois par ses pressions latérales. Comparaison judicieuse, car la théorie du coin s'explique le plus simplement par l'application du parallélogramme de forces.

Cette loi du parallélogramme, esquissée déjà dans la *statique* de Stévin, a été évoquée en 1687 simultanément dans les ouvrages de Varignon, Newton et Lamy, ce qui n'a pas empêché d'autres écrivains de s'occuper du problème de la sphère placée entre les deux plans inclinés. Vanni, conservant toujours son doute au sujet de la loi du plan incliné, considérée comme inébranlable par Kochanski, Leibniz et Bernoulli, énonce d'autres propositions dans son second opuscule (1). François Spoleti (2) conclut comme Vanni que le rapport du moment, avec lequel la sphère descend suivant le plan ZC, au « moment absolu » est égal à 4 : 5 et le rapport de la somme de deux « moments particuliers » au « moment absolu » égal à 7 : 5, « non vero ut 5 : 5, ut recentiores quidam opinentur ». Dans son troisième opuscule (3) Vanni critique la belle démonstration de Leibniz de la loi du plan incliné. A la discussion prennent part encore les deux mathématiciens italiens, Alessandro et Angelo Marchetti (4). Combattant Vanni, Angelo Marchetti s'approcha le plus de la solution du problème, car il concluait que la sphère pèse sur les deux plans inclinés, non pas suivant les directions

(1) *Exegeses physico-mathematicae de momentis gravium, de vecte, de motu aequabiliter accelerato.* Romae 1686 in-8°. Analyse dans les ACTA ERUDITORUM, mensis Aprilis 1687, p. 197.

(2) *De momento quo gravia nituntur deorsum per datum planum, quo subjectum planum urgent et quo planum inclinatum grave deorsum tendit.* Venetiis 1686, in-4°. Analyse dans les ACTA ERUDITORUM, mensis Novembris 1687, p. 627.

(3) *Decas propositionum de momentis gravium.* Romae 1688 in-4°. Analyse dans les ACTA ERUDITORUM, mensis Augusti 1689, p. 423.

(4) *Marchetti Alessandro. Prove delle conclusioni intorno a momenti de' gravi sopra i piani declivi.* Firenze 1689, in-4°. Cette brochure de 10 pages contenait aussi : *Conclusioni intorno ai momenti de' gravi sopra i piani declivi proposte per difendersi contro a qualcunque oppugnatore da Angelo Marchetti figliuolo di Alessandro.* Analyse dans les ACTA ERUDITORUM, mensis Augusti 1689, p. 425.

IF et IH, mais suivant les verticales qui passent par les points F et H et *que la somme de ces deux pressions verticales est égale au poids de la sphère appliqué en I*. Le problème a été débattu encore par Giordani Vitale (1) et Giuseppe Vanni (2) de Florence. L'initiateur de la discussion, J. F. Vanni de Lucques, dans son dernier opuscule (3), continuait la polémique avec son premier adversaire Kochanski, et combattait les opinions de toute une série d'auteurs éminents, comme Némorarius, Ubaldo, Galilée, Cabeo, Zucchi, Casati, Eschinardi et autres. En ce qui touche le plan incliné, Vanni reprenait l'opinion erronée de Cardan, que le rapport du poids de la sphère, qui descend le long du plan incliné au poids de la même sphère tombant librement, est égal au rapport de l'angle que fait le plan incliné avec l'horizon à l'angle droit.

En 1725 la *Nouvelle Mécanique* de Varignon a fait accepter généralement la loi du parallélogramme des forces et chacun pouvait résoudre le problème de Vanni. Les débats sur cette question confirment l'état indéfini, dans lequel se trouvait la statique dans la seconde moitié du XVIIe siècle et qui a été mis en relief avec maîtrise par M. Duhem dans le second volume de ses *Origines de la statique*. Toutes les vérités de cette science étaient déjà démontrées, mais on ne se rendait pas compte de leur signification et de leurs rapports mutuels. Une application irrationnelle de l'une d'elles faisait douter de la justesse de l'autre c'est ainsi que le problème de la décomposition du poids de la sphère, placée entre les deux plans inclinés, conduisait Vanni à douter de la loi de Stévin. La statique y gagna la belle démonstration de Leibniz, mais pour conquérir l'ordonnance définitive de ses vérités elle devait attendre la venue de Lagrange.

FÉLIX KUCHARZEWSKI.

(1) *De componendis gravium momentis*. Romae 1685. *Fundamentum doctrinae motus gravium*, Romae 1686.

(2) *De' momenti de' gravi sopra à piani esercitazione meccanica*. Firenze 1688, in-4°.

(3) *Investigatio momentorum, quibus gravia tendunt deorsum*. Romae 1693, in-8°. Analyse dans les ACTA ERUDITORUM, m. Martii 1694, p. 112.

BIBLIOGRAPHIE

I

Cours de Géométrie analytique plane, à l'usage de l'Enseignement moyen et des candidats aux Écoles spéciales (École militaire et Universités), par Oscar Lambot, professeur à l'Athénée Royal d'Ixelles. — Bruxelles, A. De Boeck, éditeur, 1910. Un vol. in-8°, 635 pages.

L'auteur de ce livre a voulu rédiger un cours qui fût à la fois un traité classique à l'usage de l'enseignement moyen et un manuel de préparation pour les candidats aux Écoles spéciales. Ce double dessein a été excellemment réalisé. L'ouvrage de M. Lambot ne peut tarder à être singulièrement estimé de tous les professeurs de Mathématiques spéciales des Athénées et des Collèges et à devenir un des meilleurs outils de travail des candidats à l'École militaire et aux Écoles spéciales universitaires. Il est, pour les programmes belges, ce que sont pour les programmes français les récents cours analogues de Papelier, de Dessenon et d'autres. On y reconnaît à un degré remarquable les qualités qui autrefois ont fait des Manuels de Catalan les modèles du genre.

La majeure partie du Livre Ier est consacrée à une étude des fonctions (variables, limites, dérivées) : ce chapitre préliminaire amène pour toute la suite du cours et notamment pour le problème de la construction des courbes un précieux gain de précision et de sûreté, de simplicité et de clarté.

Dès les livres IIe et IIIe, qui ont pour objets le Point et la Droite, l'auteur introduit l'emploi des coordonnées homogènes. Il définit, dès lors aussi, les éléments à l'infini et les éléments imaginaires : on est ainsi prémuni contre le parasitisme de ces discussions de cas particuliers qui enchevêtrent les problèmes généraux.

Le chapitre consacré aux Lieux géométriques est largement développé : il sera goûté des élèves, à leur très grand profit.

L'étude du Cercle (Livre IVe) est placée avant la théorie des Coniques : c'est une bonne initiation à cette théorie, surtout si, avec l'auteur, on rapporte de suite le cercle à des axes quelconques et qu'on emploie ainsi les formules générales. L'étude générale des Coniques (Livre V^e^) constitue la partie du cours la plus importante au point de vue de la formation mathématique de l'élève. L'auteur n'y ménage ni l'étendue ni le soin (pp. 227-448). L'étude de l'ellipse, de l'hyperbole et de la parabole (Livre VIe) n'est qu'une mise en œuvre de la théorie générale des Coniques (1).

L'auteur, s'inspirant en cela de l'excellent cours autographié du P. H. Bosmans, a exposé en détail les problèmes types relatifs à la détermination des coniques. Nous le louons d'en avoir agi de même dans tout son livre. Ces développements ne sont point inutiles : ils permettent au *Cours* de M. Lambot de constituer, en même temps qu'un bon livre de texte pour les classes, un manuel où l'étudiant puisse, s'il le faut, se préparer seul à un examen d'entrée aux Écoles spéciales.

On approuvera aussi l'auteur d'avoir préféré, lorsqu'il en avait le choix, aux démonstrations purement géométriques des théories les démonstrations analytiques. On est, d'ailleurs, en droit de supposer qu'en Géométrie élémentaire le professeur a fait suivre l'étude du Livre VIIIe de Legendre de notions sur

(1) Nous remarquons avec plaisir que M. Lambot adopte pour première définition du foyer d'une courbe (n. 374), comme déjà le P. Bosmans l'a fait très bien, la belle définition géométrique chère aux Anciens : c'est le point fixe du plan de cette courbe, auquel correspond une droite fixe du même plan, de telle manière que le rapport des distances d'un point quelconque de la courbe à ce point fixe et à cette droite fixe soit constant ; le point, la droite et le rapport constant ainsi définis s'appellent le foyer, la directrice et l'excentricité de la courbe. Cette définition du foyer est celle qu'il est le plus naturel de proposer à l'étudiant. — La seconde définition (n. 377) consiste à caractériser le foyer d'une courbe par cette propriété, énoncée par Euler en 1748 : la distance d'un point courant de la courbe au foyer est une fonction rationnelle, entière et du premier degré de l'abscisse (nous disons aujourd'hui des deux coordonnées) du point courant. A ce propos, nous aimons à rappeler que le mathématicien qui eut la gloire de reconnaître le premier cette propriété, ou du moins une propriété toute équivalente et qu'il énonça dans le langage géométrique du XVIIe siècle, fut le P. Grégoire de Saint-Vincent (cfr. REV. DES QUEST. SCIENTIF. juillet 1907, p. 264). Nous ne doutons point qu'Euler ne se soit inspiré des lignes publiées cent ans auparavant par le grand géomètre brugeois (*Opus geometricum*, Lib. IV, *de Ellipsi*, prop. 139).

les coniques et de démonstrations synthétiques de leurs principales propriétés.

Quant aux courbes, soit d'ordres supérieurs soit transcendantes, l'auteur donne, sans sortir du programme, les éléments théoriques d'une étude raisonnée de ces courbes.

Peut-être l'auteur aurait-il pu faire davantage ressortir, dans toute la suite de son ouvrage, la distinction entre ce qui est théorie et ce qui est application, en employant plus nettement pour l'œil et plus régulièrement deux textes différents.

Deux précieuses idées de l'auteur sont d'avoir fait suivre chacun des chapitres d'un formulaire, du reste très soigné, et de quelques applications résolues, et d'avoir terminé son ouvrage par la liste complète et jusqu'ici introuvable des questions posées aux examens d'admission à l'École militaire (épreuves écrites et nombreuses questions des épreuves orales) et aux Concours généraux, sans compter un recueil de questions posées aux examens d'admission des Écoles spéciales universitaires.

La partie typographique de l'ouvrage — texte et figures — fait grand honneur à la maison d'édition qui l'a exécutée.

B. Lefebvre, S. J.

II

La Comète de Halley, par Jean Mascart, astronome de l'Observatoire de Paris. Une brochure in-8° de 107 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1910.

L'apparition récente de la comète de Halley a provoqué la publication d'un nombre considérable de brochures et d'articles de revue destinés au grand public. A peu de détails près, le fond en est le même et il n'y a plus lieu d'en parler maintenant qu'en se dérobant à nos yeux, après une période de visibilité qui n'a guère répondu à l'attente générale dans nos contrées septentrionales, la fameuse comète a emporté avec elle la curiosité qu'elle avait excitée.

Si nous faisons une exception en faveur de la brochure de M. Jean Mascart, c'est pour répondre à un désir exprimé par l'auteur. En expliquant à ses lecteurs comment son « but fut divers », en écrivant sa brochure, M. Mascart termine ainsi :

« Enfin, je poursuivais un avantage personnel — et n'est-ce pas celui que je devais rechercher avec le plus d'énergie ? — qui consiste en ceci : susciter la critique. Critique des lecteurs et des littérateurs... ; critique des curieux, érudits et historiens, dont la connaissance des vieux textes peut révéler des observations nouvelles, précieuses pour le calculateur et l'astronome, indispensables pour le perfectionnement des théories et de la connaissance toujours plus parfaite du ciel (p. 107). »

Nous voudrions pouvoir venir en aide à d'aussi louables intentions.

Relevons d'abord ce passage de l'Introduction. Après avoir raconté comment Newton trouva pour la comète de 1680 une orbite elliptique, avec une période de 575 ans, résultat approuvé par Halley, l'auteur continue (p. 9) : « Il n'en fallait pas davantage pour que la superstition reprît ses droits : Whiston, prêtre connu comme éditeur des travaux de l'historien juif Josephus, publia, dès 1696, *Une nouvelle théorie de la Terre* (1), dans laquelle il expose la coïncidence des passages de cette comète avec les époques géologiques du Livre de la Genèse ; il ne se base sur aucune théorie, mais, se servant de la période de 575 ans vérifiée par Halley — période d'ailleurs inexacte — il déclare que le déluge eut lieu lors d'une des visites régulières de la comète, et annonce qu'elle détruira le monde à son prochain retour ! »

Tout cela a été emprunté à une note de la page 103 du livre récent de M. Chambers : *The Story of the Comets*. Seulement, M. Mascart fait d'un « clergyman » anglican un « prêtre », ce qui prête à confusion.

Né en 1667 à Norton, où son père était recteur de l'église anglicane, Whiston étudia les mathématiques à Cambridge, fut promu, en 1693, *master of arts* et devint bientôt après professeur au *Clare College*. Le mauvais état de sa santé l'obligea à donner sa démission ; il se tourna vers l'état ecclésiastique et fut nommé, en 1694, vicaire du Dr Moore, évêque anglican de Norwich. Cinq ans plus tard, il renonçait à la vie de clergyman, pour prendre la succession de Newton dans la chaire de mathématiques à Cambridge. S'étant montré dans ses cours et ses publications, partisan convaincu et défenseur acharné des erreurs d'Arius, il fut cité, en 1710, devant le tribunal de l'église officielle, relevé de ses fonctions de professeur et banni de

(1) *A new Theory of the Earth*, 1696.

l'Université, pour ses opinions hétérodoxes. Après sa condamnation, il se fixa à Londres, où il passa le reste de ses jours dans des polémiques interminables sur des matières théologiques et mathématiques, en dépit des efforts de ses amis qui essayaient en vain de modérer sa fougue. En 1747, il se sépara pour tout de bon de l'église officielle pour s'attacher aux Baptistes. Il mourut à Londres, en 1752, dans la maison de son gendre Samuel Barker.

Whiston était donc Anglican, Arien et Baptiste.

On ne peut pas lui attribuer l'honneur — si c'en est un — d'avoir inventé l'explication du déluge et de la fin du monde par la collision entre la Terre et une comète. Déjà en 1687 (1) Halley avait lancé l'hypothèse que le déluge avait pu se produire à la suite d'un déplacement considérable et brusque de l'axe du monde. Que ce déplacement ait été causé « par les puissances spirituelles qui ont communiqué à l'origine le mouvement rotatoire au globe terrestre », ou bien par l'effet d'une collision fortuite avec un astre voyageur, tel qu'une comète ou quelque phénomène analogue, c'est une question qu'il ne veut pas encore trancher.

Dans la séance du 12 décembre 1694 de la *Royal Society*, Halley revient sur cette dernière supposition qui lui semble raisonnable parce que « le Tout-Puissant se sert ordinairement des moyens naturels pour faire aboutir ses desseins ». Il explique longuement les conséquences funestes qu'aurait pour la Terre une collision avec une comète ; mais il ajoute que, dans cette hypothèse, il est bien plus difficile d'expliquer la manière dont Noé et les animaux ont pu être sauvés, que de démontrer la nécessité absolue de la destruction totale de tout être vivant.

Dans la séance suivante (19 déc.), Halley déclare à la Société que, se conformant en cela aux avis d'une personne dont il a lieu de respecter les conseils, il a changé d'opinion. Sa théorie, dit-il, ne s'adapte pas à l'explication des circonstances du déluge, telles qu'elles sont rapportées dans l'Écriture Sainte. Mais on peut l'appliquer aux bouleversements terrestres survenus longtemps avant la création de l'homme, et qui, peut-être, ont fait, d'un monde précédent, le chaos qui a précédé le nôtre. Enfin Halley conclut que, dans des circonstances déterminées, une

(1) Philos. Trans., vol. 16 (1687), p. 405 sq. Cfr. Philos. Trans. vol. 33 (1724), p. 121, où Halley se dit l'auteur de cet article anonyme.

telle destruction pourrait être nécessaire au bien-être d'un monde futur.

Il est à remarquer que les comptes rendus de ces deux séances de la *Royal Society* n'ont paru dans les PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS qu'en 1724, donc trente ans plus tard (1). Dans une note, Halley lui-même en donne la raison : il avait eu peur de s'être élevé « ultra crepidam » et d'encourir par quelque expression imprudente la censure du tribunal ecclésiastique (the Sacred Order). Même alors, en 1724, ces communications n'auraient pas été imprimées, sans le désir formel d'un comité de la Société. Pour se réserver la priorité de sa théorie, il déclare expressément que l'ouvrage de Whiston intitulé *A new Theory of the Earth*, n'avait été publié qu'un an et demi après, et présenté à la *Royal Society* le 24 juin 1696 seulement.

Cette prudente réserve de Halley s'accorde moins bien avec l'assertion quelque peu tendancieuse de M. Mascart (p. 11) : « Bien qu'il ne s'entendît point avec Newton sur les questions religieuses, Halley fut très lié avec l'auteur des *Principia mathematica*... ; chose rare chez un Anglais, il poussait le scepticisme jusqu'aux plus extrêmes limites ; ce n'était ni un « effacé » ni un « timide », car, Anglais du XVIIe siècle et fonctionnaire public, il ne dissimulait nullement ses convictions antireligieuses... »

Il n'est pas exact d'ailleurs que Halley ait poussé « le scepticisme jusqu'aux plus extrêmes limites », si l'on entend indiquer par là qu'il doutait de l'existence de Dieu (2). En plus d'un endroit, Halley parle avec respect de la Sagesse Divine, de la puissance et de la bonté infinies du Créateur (3).

Quand un auteur appelle sur ses recherches la critique « des lecteurs et des littérateurs,... des curieux, érudits et historiens »,

(1) *Some Considerations about the Cause of the Universal Deluge*, laid before the Royal Society, on the 12th of December 1692. By Dr Edmond Halley R. S. S. PHIL. TRANS. vol. 33 (1724), p. 118.

Some farther Thoughts upon the same Subject, delivered on the 19th of the same Month. By the same. Ibid., p. 129.

(2) M. Mascart va encore plus loin : dans une petite note (p. 35) il nous laisse croire qu'il doute de l'existence même des choses.

(3) Cfr. par exemple, PHIL. TRANS., vol. 17, p. 573 : « What curiosity in the structure, what accuracy in the mixture and composition of the parts ought not we to expect in the Fabrick of this globe, made to be the lasting habitation of so many various species of animals, in each of which there want not many instances that manifest the boundless Power and Goodness of their Divine Author ».

il y a lieu de croire qu'il a consulté de son mieux les sources qui lui étaient accessibles, et qu'il les cite exactement. Mais sans même y regarder de très près, on constate que M. Mascart, en écrivant l'histoire ancienne de la comète de Halley, s'est mis très à l'aise avec ces scrupules. Il signale, comme sources, un article de H. C. Wilson dans la POPULAR ASTRONOMY et l'ouvrage déjà cité de Chambers *The Story of the Comets*. Ajoutez-y deux ouvrages de M. Flammarion, *L'Astronomie* et *Les Merveilles célestes*, et vous aurez la liste complète des ouvrages qu'il a consultés. C'est mince, mais la manière dont il utilise ces sources lui est personnelle. On en jugera par ses fruits.

CHAMBERS	MASCART
A. 11 (avant J. C.) « Dion Cassius mentions a comet which seemed to be suspended over the city of Rome *before* the death of Agrippa ».	« Dion Cassius mentionne une comète qui séjourna dans le ciel de Rome *après* la mort d'Agrippa » (p. 43).
A. 66 (après J. C.) « Josephus says that several prodigies announced the destruction of Jerusalem.	« Or Josephus raconte que les hommes de la région regardèrent les signes du firmament *comme venus du prophète,* et que des prodiges annoncèrent la destruction de Jérusalem.
» Amongst other warnings a comet, *of the kind called Xiphias, because their tails appear to represent the blade of a sword, was seen* above the city for the space of a whole year. Josephus rebuked his countryman *for listening to false prophets* while so notable a sign was in the heavens ».	» Une comète, *sous le règne du roi Xiphias représentant la lame d'une épée, apparut avec plusieurs queues :* elle fut visible dans le ciel de la cité pendant toute une année » (p. 44).

Il n'est pas donné à tout le monde de découvrir dans une comète « de l'espèce appelée Xiphias (en forme d'épée), of the kind called Xiphias », une comète « avec plusieurs queues » apparue « sous le règne du roi Xiphias ». Ni l'explication que M. Chambers donne de cette appellation Xiphias, « because their tails appear to represent the blade of a sword », ni le texte de Josèphe auquel il renvoie et où on lit simplement : « Supra civitatem stetit sidus simile gladio (ῥομφαίᾳ), et anni spatio ardere

perseverabat cometes », n'ont pu mettre M. Mascart sur la voie de sa découverte : elle est bien à lui.

CHAMBERS	MASCART
A. 141. « ... The elements of a comet following a path such as that described in some detail by the Chinese annalist *would not be widely different* from those of Halley's comet ; *and* the comet is the only one recorded about this epoch. »	« ... Les éléments des observations sont assez détaillés *pour paraître très différents* de ceux que l'on pourrait attribuer à la comète de Halley ; *mais d'autre part* cette comète est la seule à qui l'on puisse rapporter avec certitude une telle apparition. » (P. 44).
A. 373. « In 373 the Chinese Annals record a comet in Ophiuchus in October, which Hind thought would fit in with the probable position of Halley's comet if the Perihelion passage took place about the beginning of November. But another Chinese authority records *a comet much earlier in the year, namely in March and April, which must have been visible all through the summer if it were the same as the October comet.* »	« En 373, les Annales chinoises mentionnent une comète visible dans la constellation d'Ophiucus pendant le mois d'octobre : or, le passage de la comète de Halley à son périhélie aurait lieu, cette année-là, au commencement de novembre, et l'identification est possible. *Cette même comète d'octobre, visible de nouveau après son passage au périhélie, peut alors concorder avec le deuxième météore que signalent les Chinois dans les mois de mars et d'avril.* » (P. 45).
A. 530. « There was a comet in that year *and none of the circumstances connected with it recorded by the European chroniclers are contradictory to the theory which implies that the comet was Halley's.* The Chinese records are silent as regards this year. »	« En 530, il figure bien une comète, à propos de laquelle les Chinois ne nous fournissent aucune indication : *d'ailleurs les circonstances exposées par les chroniqueurs européens sont en contradiction avec la théorie de la comète de Halley.* Le mystère reste entier. » (P. 45).
A. 760. « By European writers we are told that a comet	« ... Les chroniques européennes la mentionnent comme

like a great beam and very brilliant was observed in the 20th year of *an Emperor Constantine, first in the E. and then in the W., for about 30 days.*

très brillante dans la vingtième année de *l'empereur Constantin ; visible d'abord à l'est, à l'ouest un mois après.* »

HIND (1)

A. 837. « The Chinese Annals mention another comet in May and June 837, *which was probably that of Halley*... If we... place the discovery of Halley's comet in Gemini on April 29, *it will be easy to reconcile the apparent path with calculation,* supposing the perihelion passage to have occurred early in April. »

MASCART

« En 837, il y eut deux éclatantes apparitions de comètes, notées aussi bien par les Chinois que par les Européens, et dont les perihélies correspondent aux mois de février et avril, mais *Hind ne pense pas que l'on puisse en assimiler une avec la comète de Halley.* » (p. 46).

CHAMBERS

A. 1066. Zonares, the Greek historian... describes a comet which was as large as the full moon, *and at first was without a tail, on the appearance of which it* (which presumably means the head) *diminished in size.* The transformation accords with the Chinese accounts... »

« L'historien grec Zonares décrit une comète large comme la pleine lune *et qui a une première queue divisée en six ;* — il s'agit, sans nul doute, de la tête ; — les détails chinois et européens sont concordants. » (p. 49).

M. Mascart n'a pas douté un instant que « diminished *in size* » ne dût signifier « divisée *en six* », absolument comme « *numero deus* impare gaudet » signifie « le *numéro deux* se réjouit d'être impair ».

(1) M. Mascart a mal interprété le texte de M. Chambers qui, à son tour, rend inexactement la pensée de Hind. C'est pourquoi j'ai préféré donner le texte original de ce dernier (Hind, *On the Past History of the Comet of Halley*, MONTHLY NOTICES R. A. S. 10 (1850) 55).

A. 1222. The *Waverley Abbey Annalist* says that in the months named [August and September] a fine star of the 1st magnitude, with a large tail appeared. *When first seen it was near the place where the sun sets in December.* »

« ... L'*annaliste Waverley Abbey* » — M. Mascart saisit toutes les occasions de prendre le Pirée pour un homme — « lui assigne l'éclat d'une étoile de première grandeur, avec large queue, et mentionne *qu'elle fut revue près du soleil au mois de décembre* » (p. 50).

A. 1456. A propos de l'apparition de 1456, M. Mascart — il fallait s'y attendre — réédite une fois de plus la fable des « Angelus, ordonnés par le pape Calixte III et dans lesquels on conjurait en même temps avec ferveur la comète et les Turcs », et nous renvoie au poème de Daru (p. 52)! Cette légende a été tant de fois réfutée qu'il est superflu d'y revenir. M. Mascart ignore peut-être ces réfutations, comme il ignore les précieuses observations du Florentin Toscanelli, d'après lesquelles M. Celoria a calculé l'orbite de la comète de Halley.

M. Mascart, plein de pitié pour l'ignorance superstitieuse du moyen âge, passe à des périodes *un peu moins* obscures : il se bornera « à la description scientifique » des retours successifs de la célèbre comète. Nous ne le suivrons pas ; la tâche que nous nous étions imposée est achevée : étudier la contribution de M. Mascart à l'histoire « ancienne » de la comète de Halley ; et nous lui laissons pour compte des railleries comme celles-ci : « Jadis, l'apparition d'une comète incitait à la rédaction des testaments, et pour apaiser, malgré tout, les divins courroux, on faisait force dons ou legs : les moines aussi terrifiés mais plus philosophes, fatalistes avant tout, acceptaient volontiers, considérant que les biens terrestres constituent un excellent entraînement pour mieux parvenir aux richesses et aux béatitudes éternelles... » (p. 105).

Des écrivassiers ignorants et haineux en inventent autant tous les jours. Regrettons qu'un astronome de l'Observatoire de Paris s'abaisse à leur niveau.

Dr J. Stein, S. J.

III

Observatoire Royal de Belgique. Service astronomique. LISTE DES OBSERVATOIRES MAGNÉTIQUES ET DES OBSERVATOIRES SÉISMOLOGIQUES, par E. Merlin et O. Somville. Un vol. in-8° de X-192 pages. — Bruxelles, Hayez, 1910.

Cet ouvrage complète le travail commencé par la publication, en 1907, de la *Liste des Observatoires astronomiques et des Astronomes du monde.* Ce second volume, publié sur un plan analogue à celui du précédent, recevra sans nul doute un accueil aussi favorable, grâce au nombre et à la variété des renseignements bien choisis qu'il contient. Une liste alphabétique donne, avec le nom de chaque observatoire, sa situation géographique, son altitude, la constitution géologique du sol sur lequel il est construit, l'indication du personnel, celle des publications, une notice historique sommaire sur l'établissement, la description des principaux instruments et, s'il y a lieu, la mention des causes perturbatrices dont on aurait à tenir compte, telles que le voisinage de tramways électriques, de rues passantes, etc. A cette première partie, la plus importante, viennent se joindre une liste alphabétique des noms d'observateurs officiels et amateurs, deux tables géographiques, l'une pour les observatoires magnétiques, l'autre pour les observatoires séismologiques. Enfin, sous la rubrique : Additions, quelques compléments sont apportés à la liste principale.

Il convient de féliciter les auteurs d'avoir mené à bien ce travail difficile, et d'avoir répondu ainsi au vœu des savants, manifesté plusieurs fois, dans ces dernières années, par diverses commissions internationales.

« Nous savons, écrivent les auteurs, que malgré tous nos efforts, cette liste est encore bien imparfaite, surtout en ce qui concerne les physiciens isolés. D'autre part, on comprendra sans peine que dans une liste composée de plus de 220 observatoires et basée sur des renseignements manuscrits, écrits en diverses langues, des erreurs ont dû nécessairement se glisser ; nous espérons que les intéressés voudront bien nous les signaler, afin que nous puissions ultérieurement apporter toutes les corrections nécessaires. »

C. G.

IV

Université de Gand. Annuaire météorologique de la Station de Géographie mathématique, année météorologique : mars 1909-février 1910, publié par les soins de L. N. Vandevyver, Professeur de l'Université, directeur de la Station. Un vol. in-16 de 92 pages. — Bruxelles et Roulers, J. De Meester, 1910.

Ce petit volume résume clairement et méthodiquement l'ensemble des observations faites à la Station de Gand, les traduit en courbes et en diagrammes, et les rapproche des observations des années précédentes, en vue de la détermination des constantes météorologiques et climatériques de la Station.

Nous attirons l'attention des observateurs sur l'emploi journalier des ballonnets sondes, en vue de déterminer la direction des vents qui règnent dans les régions qui surplombent la Station, à quelques centaines de mètres. « Dès maintenant, écrit M. Vandevyver, nous croyons pouvoir affirmer que le ballonnet est presque *le seul moyen réellement efficace* de déterminer la direction du vent, indépendamment des causes d'erreurs locales, qui trop souvent faussent les indications de la girouette. »

Le volume se termine par une très intéressante notice sur la Station de Géographie mathématique de Gand et son outillage scientifique. Cette notice est accompagnée de plans et de sept planches hors texte. Cette installation uniquement *didactique* et essentiellement *pratique*, où les élèves s'exercent au maniement des instruments et aux observations, est un modèle du genre. J. T.

V

P. Matheus Ricci, S. J. relaçao escripta pelo seu companheiro P. Sabatino de Ursis, S. J. Publicaçào commemorativa do terceiro centenario da sua morte (11 de maio de 1910) mandata fazer pela missào Portuguesa de Macau. Roma, tipografia Enrico Voghera, MDCCCCX. Un vol. in-8° de 67 pages.

L'illustre fondateur des missions de Chine, Mathieu Ricci, naquit à Macerata, le 6 octobre 1552, l'année même de la mort de saint François Xavier, et mourut à Péking, il y a précisément

trois siècles, le 11 mai 1610. Un comité de fêtes s'est constitué en Italie dans le but de lui faire rendre, à l'occasion de ce troisième centenaire, des *honneurs nationaux*. De plus, pour glorifier d'une manière moins éphémère le grand missionnaire italien, ce comité a décidé la publication du texte original inédit de ses mémoires et de sa correspondance ; idée des plus heureuses dont on ne saurait trop le remercier. Les Œuvres inédites de Mathieu Ricci comprendront deux volumes. Le P. Tacchi-Venturi, à qui on doit la communication de ces précieux documents, en dirigera la publication. L'érudition et la compétence de l'éditeur nous est un garant du soin qui sera apporté à ce travail.

La mission Portugaise des pères jésuites de Macao a tenu, elle aussi, à commémorer le centenaire de son glorieux ancêtre. Dans ce but, elle publie la relation inédite des travaux et des derniers moments de Ricci, due à un ami intime et témoin oculaire, le P. Sabatino de Ursis. Datée de Péking et du 20 avril 1611, cette relation fut écrite sous le coup de l'événement, moins d'un an après la mort de Ricci. Sabatino de Ursis l'adresse au P. Antoine Mascarenhas, assistant de Portugal, à Rome ; mais avec l'arrière-pensée, peu déguisée, de la voir largement communiquer en lecture par celui-ci. Italien de naissance, l'auteur écrit en Portugais. Il n'était cependant pas assez maître de cette langue pour que son style ne s'en ressentît pas. Aussi l'éditeur de la pièce, le P. Valère Alexis Cordeiro, a-t-il pris sur lui de corriger quelques tournures par trop italiennes ; mais il nous donne alors en note au bas des pages la leçon originale.

Le manuscrit du P. de Ursis se conserve dans les archives de la Compagnie. Le P. Cordeiro ne l'a pas eu en mains, mais il le publie d'après une photographie que lui a communiquée le P. Tacchi-Venturi. L'édition est élégante et très soignée.

Je n'ai pas à insister sur l'importance historique de ce document. Il faut le reconnaître cependant, le P. de Ursis met davantage en relief chez son ami, le religieux, le prêtre et le missionnaire, que le géomètre, le géographe et le savant. C'est naturel et le contraire eût été étonnant. Il fallut bien des années encore pour que l'on pût voir, à n'en plus douter, combien Ricci avait été heureusement inspiré en essayant de faire pénétrer la religion chrétienne en Chine, à l'ombre des mathématiques et des sciences européennes.

Voici une courte analyse de la pièce publiée :

Elle débute par une lettre d'envoi « Au très Révérend Père en Jésus-Christ, le P. Antoine Mascarenhas, de la Compagnie de

Jésus, Assistant de Portugal de notre P. Général à Rome. » Cette lettre est datée et signée : « De la résidence de Péking, le 20 avril 1611. De V. R. le fils et serviteur dans le Christ, Sabatino de Ursis. »

Puis vient le mémoire lui-même intitulé : « Relation de la mort du P. Mathieu Ricci, l'un des premiers pères de la Compagnie de Jésus qui entrèrent au royaume de Chine, avec quelques-uns des faits de sa vie ». Le mémoire est daté, comme la lettre d'envoi, de Péking, le 20 avril 1611. L'auteur l'a divisé en dix chapitres.

Ch. 1. De l'entrée du P. Mathieu Ricci dans la Compagnie de Jésus et de son arrivée aux Indes Orientales.

Ch. 2. Comment le P. Mathieu Ricci entra en Chine et de ce qu'il fit à Xau Kin.

Ch. 3. Comment fut fondée la résidence de Xau Cheu et de ce qu'y fit le P. Mathieu Ricci.

Ch. 4. Comment le P. Mathieu Ricci fonda la résidence de Nan Cham, dans la province de Kiamsi, et de ce qu'il y accomplit.

Ch. 5. Comment le P. Mathieu Ricci alla une première fois à Péking, pour y offrir des présents au roi et comment il fonda la résidence de Nanking.

Ch. 6. Comment le P. Mathieu Ricci alla une seconde fois offrir des présents au roi à la cour de Péking, et fonda la résidence de cette ville.

Ch. 7. De quelques faits particuliers accomplis par le P. Mathieu Ricci dans la mission de Chine.

Ch. 8. De la mort du P. Mathieu Ricci.

Ch. 9. De quelques faits qui se passèrent à la résidence de Péking depuis la mort du P. Mathieu Ricci.

Ch. 10. Du terrain donné par le roi de Chine pour la sépulture du P. Mathieu Ricci.

En tête du volume on trouve un portrait de Ricci. A ce propos une observation. Le P. de Ursis dit en termes exprès (p. 56) que Ricci mourut le mardi 11 mai 1610 à sept heures du soir. Dans la légende ajoutée au bas du portrait on lit au contraire : « Obiit 8 Maii an. salutis 1610 ». Cette dernière date est inexacte et il faut s'en tenir à celle du P. de Ursis. J'y appelle l'attention, car la date du portrait se trouvant mieux en évidence que celle du P. de Ursis, un peu perdue dans le texte, le lecteur pourrait aisément être induit en erreur.

La courte, mais intéressante, préface du P. Valère Alexis Cordeiro est datée de Rome, le 11 mai 1910.

H. Bosmans, S. J.

VI

Traité de Physique, par O. D. Chwolson, ouvrage traduit sur les éditions russe et allemande par E. Davaux. Édition revue et considérablement augmentée par l'auteur, suivie de Notes sur la Physique théorique par E. et F. Cosserat. Tome IV, premier fascicule, *Champ électrique constant*. Un vol. grand in-8° de 430 pages, avec 165 figures dans le texte. — Paris, A. Hermann, 1910 (1).

M. Chwolson aborde, dans ce fascicule, la dernière partie de son *Traité de Physique*, consacrée à l'*énergie électrique*, si riche en phénomènes intéressants, et si féconde en applications pratiques.

L'ampleur du sujet est ici la moindre des difficultés auxquelles se heurte actuellement un exposé didactique de cette partie de la science. Elles viennent surtout de l'instabilité des principes que, tour à tour, on a tenté de mettre à sa base ; de la multiplicité des théories qui en sont sorties, toutes trop courtes par quelque endroit ; enfin de l'apport récent de découvertes considérables et inattendues en face desquelles le but, si l'on a pu parfois se flatter de l'avoir touché, s'est éloigné à ce point qu'on ne l'aperçoit même plus aujourd'hui.

M. Chwolson s'est rendu parfaitement compte de cette situation, et il est intéressant de voir comment il la décrit dans une introduction (pp. 1-14) que nous allons résumer.

A l'heure présente, on distingue « trois points de vue » principaux auxquels peuvent se placer ceux qui traitent d'électricité et de magnétisme. Du premier, on considère la « structure extérieure » d'un nombre immense de phénomènes extrêmement variés, appelés phénomènes électrostatiques et magnétiques, électrodynamiques et électromagnétiques, courants, décharges, radiations diverses, radioactivité, etc. ; et on décrit les expériences quantitatives auxquelles on les soumet en vue de dégager les lois reliant entre elles les grandeurs qui les caractérisent : lois de l'action mutuelle des corps électrisés et des aimants, du champ électrique et du champ magnétique, de

(1) Voir les comptes rendus des volumes précédents dans cette Revue, 3e série, t. IX, pp. 295-302 ; t. XI, pp. 294-297 ; t. XII, pp. 270-275 et t. XVII, p. 653.

l'induction, des courants, de l'électrolyse, etc. Ce travail est fait pour un nombre considérable de ces phénomènes : nous savons dans quelles conditions ils se produisent et à quelles lois leur développement est soumis ; en sorte que nous pouvons les reproduire, prévoir la marche qu'ils suivront et assigner le résultat auquel ils aboutiront.

L'horizon scientifique qu'on embrasse de ce point de vue est absolument libre de toute conception théorique : tout cet ensemble de faits observés et de lois expérimentales est indépendant des opinions qui peuvent régner, parmi les savants, sur la *nature* de l'électricité et du magnétisme ; mais ces opinions ont eu et ont encore une influence considérable sur la terminologie employée à décrire ces faits et à formuler ces lois.

De ce premier point de vue, on passe naturellement au second d'où l'on envisage les *applications pratiques* de ces connaissances acquises. C'est le domaine de l'électrotechnique, qui s'étend à perte de vue et grandit chaque jour, où l'électricité et le magnétisme devenus puissances industrielles et denrées commerciales sont mis au service du public dans la télégraphie, la téléphonie, l'éclairage, la traction, le transport de l'énergie, l'électrométallurgie, la galvanoplastie, la télégraphie sans fil et mille appareils domestiques et médicaux, dont l'âme est le courant électrique fourni par les piles, les dynamos, les accumulateurs, les batteries thermoélectriques, etc. La langue que parlent les ingénieurs est, elle aussi, empruntée aux conceptions théoriques ; mais celles-ci sont absentes, le plus souvent, du fond même des choses où règne l'empirisme.

Il n'en est plus ainsi du troisième point de vue, celui des théoriciens, qui s'essaient à interpréter les phénomènes et leurs lois, s'efforcent de les expliquer ou, au moins, de subordonner l'ensemble à un très petit nombre de principes qui le contiennent comme le gland contient le chêne, et d'où chacun de ces phénomènes sort à son rang par voie de conséquence nécessaire.

Pareille ambition est vaste ; les efforts qu'elle a provoqués ont été considérables et n'ont pas toujours été stériles ; mais le but poursuivi n'a pas été atteint. « Il n'existe pas, en ce moment, dans la partie de la science qui a pour objet l'explication des phénomènes, de théorie solidement établie, sur laquelle on puisse s'appuyer d'une manière certaine et tout à fait hors de doute, pour rendre compte de *tous* les phénomènes. » Il n'existe que des théories fragmentaires qui réussissent ici et échouent ailleurs, qui suffisent à peu près et qu'on adopte aujourd'hui

faute de mieux, et qu'il faut définitivement abandonner demain : constructions de fortune, mal assises et trop étroites, qui laissent autour d'elles le terrain encombré d'une foule de faits qu'elles ne sauraient contenir, et dont l'ensemble incohérent et en désordre rappelle le spectacle qu'offre une exposition universelle le jour de son ouverture.

Trois conceptions principales, auxquelles correspondent trois « images » que M. Chwolson appelle A, B et C, se partagent les explications proposées jusqu'ici des phénomènes électriques et magnétiques.

L'image A est celle que les fondateurs de la théorie mathématique de ces phénomènes ont créée, à l'imitation de l'hypothèse de Newton si merveilleusement féconde en astronomie. Elle suppose l'existence de substances particulières, désignées sous le nom de *fluides impondérables*, agissant *à distance* et dont le nombre a varié de *quatre* — deux électricités et deux magnétismes — à *un*. Les services qu'elle a rendus sont considérables, surtout en électricité statique où elle a permis l'application de la théorie du potentiel, et fourni une terminologie commode qui n'a pas cessé d'être employée.

L'image B rejette ces substances particulières, ces fluides impondérables différents de l'éther, et se refuse à admettre l'*action à distance*, pour n'invoquer que les propriétés d'un *milieu universel*, susceptible de modifications — déformations et mouvements — en lesquelles consistent essentiellement tous les phénomènes électriques et magnétiques. Faraday a ébauché cette image ; Cl. Maxwell en a précisé les détails et l'a revêtue d'une forme mathématique : elle a conduit l'illustre physicien à la découverte de points de contact insoupçonnés entre la lumière et l'électricité et, finalement, à la théorie électromagnétique de la lumière. Plus tard, les célèbres expériences de Hertz nous ont mis en possession de phénomènes que l'image A ne pouvait ni prévoir ni expliquer, mais bien d'accord avec l'image B, dont elles confirment les idées fondamentales.

Un moment on a pu croire qu'on était définitivement débarrassé de l'électricité, forme de la matière, et que la considération des déformations mécaniques de l'éther nous donnerait le secret de toutes les manifestations de l'énergie électrique. Mais ces espérances ne se sont pas réalisées : l'image B s'est montrée impuissante à expliquer une foule de faits : ceux-là d'abord auxquels l'image A se prêtait le mieux ; puis les phénomènes de l'électrolyse dont la théorie s'est développée en dehors d'elle ;

enfin, les propriétés des décharges électriques dans les gaz, et celles des rayonnements nouveaux et de la radioactivité.

C'est en vue d'ordonner et d'expliquer surtout ces phénomènes récalcitrants et ces faits nouveaux, qui leur sont apparentés, qu'au début de ce siècle, une troisième image fut conçue, l'image C, à laquelle on a donné le nom de *théorie des électrons*. Elle semble une sorte de combinaison des deux images précédentes : elle suppose l'existence d'une substance particulière, correspondant à l'*électricité négative* de l'image A ; cette substance est douée d'une structure atomique, et ce sont ces éléments, atomes d'atome, qu'on nomme *électrons*. La nouvelle théorie conserve de l'image B la notion de modifications produites au sein d'un milieu général, modifications dont la cause doit être cherchée dans les électrons. Ceux-ci sont-ils immobiles, on admet qu'ils produisent dans le milieu environnant les modifications caractéristiques de la présence de forces *électriques*. Au contraire, sont-ils en mouvement, d'autres modifications naissent au sein du milieu qui correspondent aux forces *magnétiques*.

Naturellement, cette théorie nouvelle se prête surtout à l'interprétation des phénomènes en vue desquels on l'a conçue et on la développe ; d'ailleurs ce n'est encore qu'une ébauche. Si elle se montre pleine de promesses, elle laisse jusqu'ici sans réponse bien des questions et, sans solution, bien des problèmes.

En attendant son achèvement, cette question *didactique* capitale se pose : « Quel rôle peut actuellement (1910) jouer la théorie des électrons dans une exposition générale de la physique ? Peut-on renoncer complètement aux images A et B, même dans les descriptions où elles suffisent, et faire reposer tout, dès le début, seulement sur la nouvelle théorie ? »

A cette question que se pose M. Chwolson, voici ce qu'il répond :

« Nous devons résoudre ce problème en tenant compte de l'état des choses à l'instant présent et avec la conscience très nette du risque attaché à la décision que nous prendrons. Chaque jour peut changer essentiellement la face de la question, peut conduire à l'éclaircissement et à l'affermissement de ce qui apparaît encore obscur et chancelant à l'heure actuelle, et alors le mode d'exposition auquel nous nous serons arrêté pourra devenir suranné.

» Mais il n'y a pas d'autre issue. Nous ne savons pas ce que l'avenir nous réserve et nous ne pouvons compter qu'avec ce qui *est*. La situation actuelle nous force à prendre le parti sui-

vant. L'image C est encore trop à l'état d'ébauche, pour pouvoir servir de base dans toutes les descriptions et explications. Nous n'utiliserons par suite la nouvelle théorie, dans les premières sections de notre dernière Partie, qu'aux endroits où elle présentera des avantages très marqués sur les autres théories. Nous avons d'abord à faire connaître d'une manière approfondie le vaste domaine des *faits, les phénomènes et leurs lois*, c'est-à-dire un ensemble scientifique indépendant de toute théorie. La terminologie, qui s'est établie ici, ne rend pas seulement extrêmement commode mais aussi presque nécessaire, l'utilisation des images A et B.

» Indiquons encore une autre raison. L'image A — deux électricités agissant instantanément à distance — a été complètement écartée par la théorie scientifique actuelle et son emploi peut paraître un anachronisme. Mais nous ne nous en servirons que pour sa commodité ; si nous nous permettons d'aller plus loin, au risque d'être désapprouvé par les maîtres de la Physique, nous serons guidé avant tout par des vues *didactiques*. Dans nos premiers chapitres, où nous considérerons les phénomènes électriques les plus simples, nous mettrons en regard l'une de l'autre les images A et B, dans le but d'aider *le lecteur qui est exclusivement habitué à l'image A*. Celui-ci a besoin qu'on lui explique avant tout l'image B et ses avantages sur l'ancienne image A, abandonnée depuis longtemps par la science pure.

» On voit, par tout ce qui précède, que nous vivons dans une époque de transition, dans une période de reconstruction. *L'ancien édifice s'est écroulé et on travaille encore au nouveau.* La partie théorique de l'étude des phénomènes électriques et magnétiques représente quelque chose d'inachevé, de chancelant et de changeant. Il est intéressant et important au plus haut point, dans de telles circonstances, de savoir *ce qui peut être considéré, dans cette étude, comme établi d'une manière inébranlable*, ce qui ne peut être soumis dans l'avenir à une transformation essentielle. Voici ce que l'on peut dire à ce sujet.

» Indépendamment des conceptions théoriques et de ce que peuvent être les hypothèses sur lesquelles reposent les diverses doctrines, *l'étude des phénomènes électriques et magnétiques porte sur les résultats suivants acquis définitivement :*

» 1. *Les phénomènes et les faits*, dans la forme sous laquelle ils sont perçus par nos sens.

» 2. *Une série de lois* qui régissent ces phénomènes ; ces lois

relient entre elles certaines grandeurs dont la signification physique n'est pas complètement connue dans beaucoup de cas.

» 3. *Des déductions théoriques basées sur ces lois ;* telles sont :

» *a)* Les déductions obtenues en appliquant la théorie du *potentiel*, par exemple le calcul de la distribution électrique à la surface des conducteurs. Les méthodes employées pour calculer cette distribution et les résultats auxquels on arrive restent exacts, indépendamment de ce qu'on entend par *distribution de l'électricité à la surface d'un conducteur.*

» *b)* La détermination des conditions purement mécaniques d'équilibre ou de mouvement des aimants ou des courants, qui se trouvent sous l'influence d'autres aimants ou courants.

» *c)* La détermination des différentes grandeurs qui caractérisent les courants électriques produits dans des conditions données. Les vues sur la signification de ces grandeurs peuvent changer, mais les méthodes employées pour les calculer restent les mêmes et sont désormais acquises à la science.

» 4. L'application des *deux principes de la thermodynamique* aux phénomènes dans lesquels apparaît ou disparaît une provision d'énergie. Nous savons qu'un corps électrisé peut devenir une source de chaleur, qu'il en est toujours ainsi en particulier pour le courant électrique, qu'à l'aide d'aimants ou de courants ou d'une combinaison des deux on peut accomplir un travail, que les phénomènes électriques sont souvent accompagnés de l'apparition ou de la disparition d'une provision d'énergie chimique, etc. Les résultats obtenus à ce point de vue subsisteront toujours, bien que les idées sur la nature des grandeurs en jeu puissent varier avec le temps.

» 5. Il est inébranlablement établi que le *milieu* joue un rôle essentiel dans les phénomènes électriques et magnétiques. *L'« actio in distans » d'agents particuliers est morte à tout jamais.* Quelle que soit la forme que prenne la théorie dans l'avenir, il ne pourra y être question d'une électricité, se trouvant en un endroit déterminé, qui agit instantanément sur une autre électricité située en un autre endroit. Dans ce résultat négatif, se cache l'une des conquêtes positives les plus importantes de la science. Les propriétés du milieu dans lequel se manifestent les phénomènes électriques et magnétiques doivent être mises au premier plan, car ces phénomènes montrent de la façon la plus nette qu'il se passe quelque chose dans le milieu.

» Une *exposition* de la science des phénomènes électriques et magnétiques doit avoir en vue avant tout les cinq points que

nous venons d'énumérer. Ce que l'on peut considérer à l'heure actuelle comme solidement établi, doit servir de point de départ et doit déterminer la distribution générale de tout l'ensemble scientifique à étudier. »

Se conformant à ces principes, voici la disposition générale adoptée par M. Chwolson.

« ... *Nous plaçons au premier plan le milieu et ce qui se passe en lui,* en cherchant d'ailleurs à séparer rigoureusement ce qu'on observe d'une manière effective de tout ce qui présente un caractère hypothétique. Nous considérons donc tout d'abord les *propriétés* du milieu ou, comme on a l'habitude de dire, du *champ,* et nous envisageons seulement ensuite les conditions dans lesquelles un champ prend naissance. Nous étudierons en outre séparément l'influence du champ sur la matière qu'il renferme. Une telle *influence* doit aussi être rangée évidemment parmi les propriétés du champ ; mais, pour beaucoup de raisons, il semble préférable de réunir les phénomènes correspondants dans un chapitre particulier. Nous nous occuperons alors des méthodes de mesure que l'on emploie dans l'étude du champ, et, pour terminer, nous considérerons le champ terrestre.

» On doit distinguer *deux champs*, le champ *électrique* (ou plus exactement le champ électrostatique) et le champ *magnétique* qui, tous les deux, sont *invariables ;* cela veut dire que les grandeurs que nous rencontrons dans leur étude sont indépendantes du temps ou en dépendent de telle sorte qu'au cours d'une suite indéfinie d'intervalles de temps successifs et égaux, elles augmentent proportionnellement au temps (la quantité de chaleur développée par un courant, les quantités de substance déposée par un courant sur les électrodes, par exemple, sont proportionnelles au temps).

» En dehors de ces deux champs constants, nous aurons à étudier en outre *un champ magnétique variable*...

» Nous renverrons à une quatrième partie la considération des phénomènes qui se manifestent dans la décharge à travers les gaz. On n'a pu trouver jusqu'ici de voie claire et logique permettant la réunion de cette quatrième partie à l'une des trois précédentes. Enfin, nous aurons encore à envisager les nouveaux rayons et les phénomènes de la radioactivité.

» Nous obtenons ainsi la distribution générale suivante :

» Livre I. *Champ électrique constant.* Propriétés du champ. Sources du champ. Influence du champ sur la matière. Mesures. Électricité terrestre.

» Livre II. *Champ magnétique constant.* Propriétés du champ. Sources du champ. Influence du champ sur la matière. Mesures. Magnétisme terrestre.

» Livre III. *Champ magnétique variable.*

» Livre IV. *Passage de la décharge à travers les gaz.*

» Livre V. *Nouveaux rayons et radioactivité.* »

Le premier fascicule dont nous annonçons la publication, est consacré tout entier au développement du livre I. Le calcul y tient une place considérable. Tout en s'efforçant de rester simple, l'auteur signale les voies nouvelles, entre autres celle qu'a ouverte l'équation fonctionnelle de Fredholm dont le rôle déjà important, en physique mathématique, ne manquera pas de grandir et de s'étendre.

J. T.

VII

THERMODYNAMIQUE ET CHIMIE. *Leçons élémentaires*, par PIERRE DUHEM, Correspondant de l'Institut de France, Professeur de Physique théorique à l'Université de Bordeaux. Seconde édition, entièrement refondue et considérablement augmentée. Un volume grand in-8°, XII-579 pages, avec 173 fig. — Paris, librairie scientifique A. Hermann et Fils, 1910.

Il y a huit ans que nous avons rendu compte de la première édition du livre de M. Duhem *Thermodynamique et Chimie* (1). Nous avons montré alors que cet ouvrage comblait très heureusement une lacune dans la littérature chimique en offrant au débutant un guide sûr pour l'initier à cette partie de la science chimique, spécialement hérissée de difficultés, et au professeur une méthode relativement facile pour la mettre à la portée de ses auditeurs. Nous pourrions présenter cette seconde édition à peu près dans les mêmes termes. Dans ces huit dernières années, on a, il est vrai, publié beaucoup, disons même « trop », de traités élémentaires de chimie ; un bon nombre d'entre eux abordent les questions principales de chimie physique ; mais nous n'en connaissons aucun qui expose aussi clairement et aussi méthodiquement ces problèmes que le livre de M. Duhem.

(1) REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, juillet 1902.

Dans cette seconde édition, le choix des matières et leur disposition sont restés à peu près les mêmes que dans la première édition : le lecteur en trouvera donc un exposé succinct dans notre compte rendu précédent. Mais si l'exposé des notions fondamentales de la thermodynamique et de leur relation avec la mécanique chimique n'a subi que des changements de détail, il n'en est pas de même de l'application de ces lois aux réactions chimiques. Cette partie des *Leçons*, de loin la plus importante, a reçu des développements notables. M. Duhem a profité des nombreuses recherches faites au cours de ces dernières années pour multiplier les applications des lois générales. Il suffit, pour s'en rendre compte, de comparer dans les deux éditions, par exemple, la leçon treizième sur les cristaux mixtes et sur les mélanges isomorphes. On y trouve les recherches récentes de M. Boulouch sur les cristaux mixtes de soufre et de phosphore, celles de MM. Bruni et Meneghini sur les nitrate et nitrite de sodium, celles de M. Ringer sur le soufre et le sélénium et bien autres travaux importants.

La seconde partie de la leçon suivante, traitant des alliages métalliques, a reçu le développement exigé par les travaux récents de M. Tammann et d'autres savants. On y trouvera également une étude intéressante sur l'application de la loi des phases aux carbures de fer. La théorie de Bakhuis Roozboom est exposée comme dans la première édition, mais elle est complétée ensuite par les recherches de MM. Le Chatelier et Charpy. Plusieurs diagrammes nouveaux facilitent l'étude.

Le chapitre sur la dynamique chimique et les explosions s'est enrichi de considérations sur la combustion vive et la combustion lente, sur la vitesse isothermique de cristallisation, sur la formation spontanée de germes cristallins en un corps amorphe surfondu etc.

M. Duhem a introduit dans la nouvelle édition une leçon intitulée : *Faux équilibres et solides isomères*. Les cas qu'il étudie dans ce chapitre sont intéressants, notamment la discussion des expériences de MM. Spring et Kahlbaum sur les métaux flués produits sous des pressions très élevées et les considérations sur la reproduction de certains minéraux cristallisés et de roches ignées.

Dans un appendice, M. Duhem expose les recherches de M. Schreinemakers publiées pendant l'impression même de son ouvrage. Ces travaux méritaient une mention spéciale non seulement à cause de leur importance, mais aussi parce qu'ils

offraient à M. Duhem l'occasion de donner des exemples relativement simples de systèmes quadrivariants.

Ce rapide aperçu suffira, pensons-nous, à montrer combien l'auteur de *Thermodynamique et Chimie* a eu à cœur de tenir son livre au courant des recherches les plus récentes. Pour la mise en œuvre, M. Duhem a conservé à son ouvrage son caractère spécial : éviter, autant que possible, l'emploi des mathématiques, même élémentaires. Un vrai savant, connaissant à fond les questions parfois si difficiles de la physico-chimie, pouvait seul tenter, et avec plein succès, d'offrir aux chimistes moins bien initiés aux formules mathématiques, des *Leçons élémentaires* d'une telle valeur. Cette seconde édition trouvera certainement l'accueil favorable qu'elle mérite à tant de titres.

H. D. G.

VIII

Notions fondamentales de Chimie organique, par Ch. Moureux, professeur à l'École supérieure de Pharmacie de l'Université de Paris, Membre de l'Académie de Médecine. Troisième édition, revue et mise au courant des derniers travaux. Un vol. in-8° de 354 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1910.

Cette excellente introduction à la Chimie organique a reçu l'accueil favorable qu'elle mérite : deux éditions, en moins de huit ans, en sont la preuve. En rendant compte dans la Revue de la première édition, nous avons fait ressortir le caractère éminemment didactique de cet ouvrage : Ce n'est pas un aperçu quelconque des composés les plus importants du carbone que M. Moureux a voulu tracer, il s'est proposé et il a atteint un but plus élevé : présenter à l'étudiant un exposé méthodique des principes fondamentaux qui dominent toute la chimie organique. Ces notions fondamentales, il les applique ensuite à l'étude des composés organiques les plus importants. Tout le bien que nous avons dit de la première édition, nous devrions le redire de la troisième, car l'auteur y est resté fidèle à sa méthode. Il s'est gardé d'introduire dans son manuel une foule de nouveaux corps, intéressants sans doute, mais sans utilité pour le débutant, tout en tenant compte, dans une juste mesure, des progrès réalisés. Ils se montrent, dans chaque chapitre, en de nombreuses additions ou modifications à la première édition.

Dans notre compte rendu antérieur, nous avons mis en doute l'opportunité d'étudier les composés cycliques de pair avec les composés acycliques. M. Moureux a maintenu cette disposition. Certes, on peut trouver des raisons pour la défendre, mais nous partageons l'avis de la plupart des auteurs qui maintiennent l'étude séparée de ces deux parties de la chimie organique.

L'indication des chimistes auxquels on doit les principales réactions et synthèses n'est pas sans intérêt. Cette addition, de même que celle d'une table alphabétique, constitue un progrès de cette édition sur la première.

Nous souhaitons que l'ouvrage de M. Moureux se répande de plus en plus : on ne trouvera guère d'introduction plus didactique et mieux appropriée aux besoins de ceux qui abordent l'étude de la chimie organique.

H. D. G.

IX

Teinture, corroyage et finissage du cuir, par M. C. Lamb, directeur de la section de Teinture au Collège technique de la « Leatherseller's Company » de Londres. Traduit par Louis Meunier Professeur à l'École française de Tannerie (Lyon) et Jules Prévot, ancien diplomé des écoles de Tannerie de Lyon, Leeds, Londres, Viennes et Freiberg. Un vol. grand in-8° de 470 pages, avec 202 figures dans le texte et nombreux échantillons. Paris, Gauthier-Villars, 1910.

Cet ouvrage fait partie de l'*Encyclopédie industrielle*, fondée par M.-C. Lechalas. La préface des traducteurs en marque le but et le caractère pratique. Nous en extrayons les lignes suivantes :

Depuis vingt ans, l'apparition du tannage au chrome et le développement rapide de l'emploi des extraits tanniques ont déterminé un changement d'orientation complet dans l'industrie de la tannerie et de la mégisserie. Esclaves jusqu'à cette époque de la routine et de l'empirisme le plus étroit, ces deux industries se sont brusquement émancipées et se sont placées rapidement sous la protection de la Science et sous son contrôle rigoureux. Ce mouvement s'est manifesté principalement en Angleterre et il n'a cessé de s'y développer, grâce au magistral

enseignement créé à l'Université de Leeds par le professeur Procter, dès l'année 1891, et qui a servi de base à l'un de nous pour l'organisation scientifique de l'École française de Tannerie installée à l'Université de Lyon.

L'enseignement supérieur des Universités de Leeds et de Lyon ne s'adresse forcément qu'à un public d'étudiants assez restreint, ayant déjà reçu une préparation scientifique relativement élevée, et il restait à créer un enseignement plus populaire et plus pratique. Cette création a été faite en Angleterre par notre excellent collègue et ami de Dr Parker, fort bien secondé par des collaborateurs de premier ordre en tête desquels il convient de citer M. M.-C. Lamb.

Grâce au patronage d'une riche et puissante corporation, la « Leatherseller's Company », le Dr Parker put organiser à Londres, au « Herold's Institute », puis au « Technical College », un enseignement à orientation pratique de grand intérêt, formant pour ainsi dire le complément de l'enseignement universitaire de Leeds.

D'ailleurs, un mouvement analogue à celui qui s'était produit en Angleterre ne tardait pas à se manifester sur le continent. L'Allemagne créait, à Freiberg en Saxe, une école technique de Tannerie dirigée par le Dr Haenlein et une station d'essais qui s'est développée avec une rapidité vertigineuse grâce à l'activité du Dr Paessler.

L'Autriche possède depuis longtemps à Vienne, une station d'essais ayant produit de remarquables travaux signés des professeurs Eitner et Stiasny.

Plus récemment la Belgique et l'Italie ont créé à Liége et à Turin des Écoles techniques de Tannerie dirigées, la première par le professeur Nihoul de l'Université de Liége, la deuxième par le Dr Baldracco.

En France, c'est en 1899 que le Syndicat général de l'Industrie des Cuirs et Peaux de France créa à l'Université de Lyon, dans le service du professeur Vignon, un enseignements correspondant à celui qui existait déjà à l'étranger. Il serait désirable, au point de vue du développement de l'enseignement technique, de voir se multiplier en France des créations permettant d'organiser, avec des ressources relativement modestes, des centres d'études spécialisés dans diverses industries. L'Université de Leeds est un modèle du genre : ses chaires de teintures, de tannerie, de mécanique appliquée, etc., sont célèbres et ont rendu de grands services à l'industrie anglaise.

Dans des publications antérieures (1) nous nous sommes efforcés d'étudier l'industrie de la tannerie au point de vue scientifique, dans le but de documenter les chimistes ayant à travailler dans cette spécialité ; nous nous proposons aujourd'hui de donner au public français une idée de l'œuvre de vulgarisation entreprise par l'École de Tannerie de Londres, particulièrement par M. Ch. Lamb. Ce sera d'ailleurs le premier ouvrage paraissant dans notre langue, qui soit écrit à ce point de vue...

Notre traduction s'adresse tout particulièrement aux contremaîtres et aux chefs d'atelier ; nous espérons qu'elle rendra service également aux chimistes et aux élèves de l'École française de Tannerie. Ils y trouveront, exposés sous une forme simple, à côté des questions qui leur sont familières, des indications nouvelles sur les méthodes de travail et les *tours de mains* usités en Angleterre pour certaines spécialités encore peu développées en France.

X

La Philosophie minérale, par A. de Lapparent, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. Un vol. in-8° de 316 pages. — Paris, Bloud et Cie, 1910.

L'œuvre de Lapparent n'est pas tout entière dans ses travaux de science pure et ses admirables traités de Géologie, de Minéralogie et de Géographie physique. En même temps qu'il les écrivait et qu'à chaque édition nouvelle il mettait tous ses soins à les perfectionner et à les enrichir, il publiait de nombreux articles et « ne sachant refuser aucun service, il se prodiguait en conférences de toutes sortes (2) ».

Cette partie de son œuvre, la mieux faite pour intéresser et instruire le grand public, est très dispersée et, par suite, difficilement accessible. Lapparent a réuni lui-même en un petit volume intitulé *Science et apologétique*, six conférences qu'il fit

(1) *La Tannerie*, par Louis Meunier et Clément Vaney (Gauthier-Villars, éditeur, Paris). *Études sur l'Enseignement technique des Industries du cuir en Angleterre*, par J. Prévot (éditées par le Syndicat général de l'Industrie des Cuirs et Peaux de France).

(2) Camille Jordan. *Notice biographique sur Albert de Lapparent*. Mem. della Pont. Acad. Romana dei Nuovi Lincei, t. XXVII, 1909, pp. 25-38.

à l'Institut catholique de Paris, en 1904 ; ce fut son dernier ouvrage. L'idée devait se présenter de grouper de même ses autres conférences et ses articles de haute vulgarisation.

Elle reçoit un commencement de réalisation dans le volume dont vient de s'enrichire les *Études de philosophie et de Critique religieuse*, publiées par MM. Bloud et Cie.

Il s'ouvre par un discours prononcé à la *Réunion des Étudiants*, à Paris, le 2 juin 1898, dans lequel le savant géologue expose quelques vues d'ensemble sur ce qu'il appelle *La Philosophie minérale*. Cette expression a fourni le titre du livre, mais il faut en étendre le sens pour qu'il s'applique à tout son contenu.

On y trouve quinze articles repris de la REVUE DE PHILOSOPHIE, du CORRESPONDANT, de la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, etc., groupés sous ces rubriques : *Les théories de la matière*, la *Cristallographie*, les *Vicissitudes de la préhistoire*, l'*Ancienneté de l'homme et les glaciers*.

Tout éloge est ici superflu. Les membres de la Société scientifique connaissent l'admirable conférencier que fut Lapparent pour l'avoir souvent entendu dans nos assemblées générales, et les lecteurs de cette REVUE, dont il fut si longtemps le collaborateur assidu, savent avec quelle clarté de pensée, quel esprit de synthèse, quelle puissance de critique, quelle richesse de vues originales, il mettait à la portée de tous sa science si vaste et si précise. Il nous suffira, pour suppléer à ce que le titre du livre a de vague, de transcrire ici le détail de la table des matières :

La matière radio-active. — La constitution moléculaire et le principe de la moindre action. — A propos des hypothèses moléculaires. — Les changements d'état de la matière. — La Cristallographie rationnelle. — L'Évolution des doctrines cristallographiques. — Les origines de la préhistoire. — Les phases de l'Époque paléolithique. — Les légendes de la préhistoire. L'homme tertiaire. — Les Éolithes. — La fabrication spontanée des éolithes. — L'authenticité des hommes fossiles. — La chronologie des époques glaciaires et l'antiquité de l'homme. — Les rapports de l'époque paléolithique avec le développement des anciens glaciers. — Essai d'évaluation de la durée des temps paléolithiques.

N. N.

XI

Les Roches et leurs Éléments minéralogiques. *Descriptions, Analyses microscopiques, Structures, Gisements,* par Ed. Jannettaz, maître de conférences à la Sorbonne, assistant de minéralogie au Muséum. Quatrième édition, revue et augmentée. Un vol. in-8° de 704 pages, avec 2 cartes géologiques, 20 planches chromolithographiques, 8 planches en simili-gravure et 322 figg. Paris, A. Hermann, 1910.

Cette quatrième édition d'un excellent traité ne diffère pas essentiellement de la troisième dont elle est la mise à jour. Rappelons que l'ouvrage comprend trois parties.

La première consacrée aux propriétés générales des minéraux et des roches, contient d'abondants développements sur les *propriétés optiques*. Elle constitue un traité élémentaire de cristallographie physique qui se suffit à lui-même, l'auteur ayant eu soin d'y introduire un résumé substantiel des notions de géométrie et d'optique physique nécessaires à l'intelligence des caractères des espèces minérales.

La seconde partie traite des minéraux : c'est un excellent précis de minéralogie.

La troisième partie enfin est exclusivement réservée à la description des roches.

On trouve, en appendice, une méthode pour la détermination des roches s'appuyant sur des tableaux des caractères de leurs éléments ; l'indication de l'ordre chronologique des roches éruptives et sédimentaires, et une bibliographie. Un index par ordre alphabétique des sujets et des espèces minérales ou des roches étudiés, termine l'ouvrage.

L. R.

XII

The Origin of the Vertebrates, by W. H. Gaskell, M. A., M. D., LL. D., F. R. S., etc. Un vol. in-8°, de ix-537 pp. London, Longmans, Green, and C°, 1908.

Beaucoup d'érudition et de recherches personnelles, un emploi sérieux de la bibliographie, un exposé clair et méthodique,

de bonnes tables et d'excellents résumés, puis, disons-le, une intrépide ingéniosité, tout cela mis au service d'une cause hasardée, qui ne ralliera que peu d'adhésions — voilà à peu près ce que présente ce livre à ses lecteurs.

L'auteur, un physiologiste distingué de Cambridge, fut amené, par l'étude des connexions nerveuses entre le système cérébro-spinal et le système du sympathique, à se poser les problèmes les plus fondamentaux de l'anatomie comparée. N'ayant point reçu la formation spéciale d'un anatomiste, mais poussé de l'avant par la curiosité d'un esprit sagace, il alla son chemin, libre de préjugés d'école, en explorateur fort indépendant, peut-être téméraire. Et le résultat fut, que, sur des données consciencieusement recueillies aux meilleures sources, données identiques d'ailleurs à celles qu'utilisaient les plus classiques morphologistes, il édifia tout un système très original, très inattendu, de phylogénie des vertébrés.

En voici les lignes essentielles.

Partant du postulat de l'évolution — que M. Gaskell, lui aussi, admet sans réserves — les morphologistes rattachèrent généralement les vertébrés, par l'intermédiaire des chordates inférieurs, à l'embranchement des annélides. Tout le tronc des arthropodes était considéré comme une branche latérale, divergeant, au niveau des vers annelés, de la branche principale destinée à s'épanouir aux sommets du règne animal. Mais le rapport des annélides aux vertébrés, si frappant lorsqu'on n'envisage que la métamérisation et quelques autres particularités, se dérobait soudain au seuil du problème des homologies de la chaîne nerveuse ventrale. Chez les annélides, cette chaîne ganglionnaire court le long de la face inférieure du tube digestif, puis, à l'avant de l'animal, remonte à la face supérieure, en embrassant l'œsophage, et se termine dans le massif des ganglions cérébroïdes. Chez les vertébrés au contraire le système cérébro-spinal s'étend, sur tout son parcours, à la face dorsale des cavités digestives. La difficulté était grave. Les uns, pour sauver l'homologie de la moëlle épinière avec la chaîne ventrale, imaginèrent que l'ancêtre annelé des vertébrés avait subi un « retournement » de bas en haut, et, dans cette position nouvelle, s'était formé une cavité stomodaeale ventrale, remplaçant l'ancienne ouverture bucco-œsophagienne désormais oblitérée. D'autres, devant les difficultés de cette hypothèse, préférèrent renoncer à l'homologie et reporter un peu plus haut la bifurcation phylogénétique.

M. Gaskell, lui, sans imposer aucun « retournement », pro-

pose au contraire de localiser la bifurcation plus bas, après même le groupe des arthropodes ! Le canal neural et les ventricules cérébraux des vertébrés lui paraissent, pour toutes sortes de bonnes raisons, l'homologue des cavités digestives des arthropodes et annélides. Les éléments nerveux de la chaîne ventrale auraient proliféré dans les parois du canal alimentaire primitif... et les cellules de bordure de notre canal épendymaire seraient donc, phylogénétiquement, hypoblastiques ! Le rétrécissement de l'œsophage, comprimé de plus en plus par le développement des massifs nerveux latéraux, aurait nécessité la désaffectation fonctionnelle du tube digestif primitif et la formation d'un nouveau conduit. De l'ancienne destination du tube neural deux vestiges subsisteraient en haut de la série animale : le canal neurentérique de l'embryon, établissant une communication entre les cavités nerveuses et le proctodaeum, puis, à la base du cerveau, l'infundibulum, tronçon persistant du proto-œsophage.

A l'appui de cette conception déconcertante, M. Gaskell trouve, dans le domaine de l'anatomie comparée, de nombreux et spécieux appuis. Avec beaucoup de dextérité, il range en séries convergentes, au gré de son hypothèse, les particularités de structure du système nerveux, de l'organe visuel, du squelette, de la glande thyroïde, de l'appareil respiratoire, etc. Et deux types animaux surtout forment comme les gonds sur lesquels roule son système : la *limule,* qui rejoint, par l'intermédiaire des ostracodermes fossiles, l'*ammocète* (larve de la lamproie). L'Amphioxus, ce hochet des zoologistes modernes, est relégué au second plan.

Comment apprécier la tentative de M. Gaskell ?

Il se plaint quelque part que la série déjà longue (1888 à 1907) de travaux, où il exposa fragmentairement ses conceptions, se soit heurtée beaucoup plus à l'indifférence qu'à la discussion critique ; et il espère que son livre, synthèse claire de tous ces fragments, provoquera enfin un examen approfondi, une enquête au fond. Nous avouons qu'un semblable litige pourrait être fort passionnant, car il remettrait en question bien des positions — prématurément intangibles — de l'anatomie comparée. Nous croyons toutefois que la thèse de M. Gaskell n'en sortirait pas victorieuse ; car, sous couleur de simplifier la phylogénèse, elle introduirait, dans l'interprétation des étapes ontogénétiques des animaux supérieurs, d'effroyables complications. Avec cela, nous pensons que le présent ouvrage pourrait, sur quelques points, faire office de bélier et ouvrir de souhai-

tables brèches dans les retranchements classiques de l'anatomie comparée. Plaise à Dieu qu'on reconstruisît alors avec un sens plus critique de la complexité des homologies.

M. Gaskell ne pouvait choisir à son livre d'épigraphe plus opportune que ces mots, qu'il extrait, pour les mettre en vedette, d'une lettre à lui adressée jadis (1889) par Huxley : « Go on and prosper ; there is nothing so useful in science as one of those earth-quake hypotheses, which oblige one to face the possibility that the solidest-looking structures may collapse. »

Cet encouragement courtois, constituait par avance, dans ce qu'il exprime et dans ce qu'il tait, la critique la plus significative d'un livre intéressant et discutable.

J. Maréchal, S. I.

XIII

Étude critique de la tactique et des nouveaux règlements allemands, par le chef de bataillon breveté de Pardieu. Un vol. in-8° de 145 pages. Paris, Henri Charles-Lavauzelle, 1910.

Les péripéties de la guerre russo-japonaise ont été suivies avec le plus grand intérêt par les Allemands, intérêt alimenté par leur esprit militaire et par le fait de la censure que la campagne allait faire des procédés de guerre des Nippons, leurs élèves.

D'autre part, les règlements en vigueur au moment du conflit dataient de 1888-1895 et avaient besoin d'être revisés ; l'occasion était propice, après 1905, de les remanier en tenant compte de l'évolution des idées, des perfectionnements techniques et de l'expérience des batailles.

Aussi vit-on, en moins de quatre ans, mettre en vigueur, l'un après l'autre, le règlement d'infanterie (29 mai 1906), celui de l'artillerie (25 juin 1907), le service en campagne (22 mars 1908), le règlement de l'artillerie à pied (10 novembre (1908), celui de la cavalerie (3 avril 1909) et enfin le règlement de tir (1er octobre 1909).

L'ensemble de ces prescriptions forme le code de doctrine militaire allemande. Le commandant de Pardieu s'est proposé de condenser ces règlements et d'en faire la critique impartiale. Se basant sur les textes officiels, et s'aidant des commentaires

des écrivains les plus autorisés d'Outre-Rhin, il s'est efforcé de présenter au lecteur un tableau de la mentalité actuelle de la grande armée voisine. Inutile d'insister sur le haut intérêt du but poursuivi. C'est en s'imprégnant des procédés de combat d'un adversaire qu'on est le plus à même de lui opposer une volonté consciente.

Disons tout de suite que l'ouvrage de l'officier français est une œuvre excessivement intéressante. Comme son titre l'indique, c'est la tactique qui y est étudiée. Très logiquement, la première partie, la plus courte, donne des aperçus relatifs aux trois armes : infanterie, artillerie et cavalerie. La seconde partie, plus importante, traite de la bataille.

A propos de l'infanterie, l'auteur montre, par de nombreux indices, que les autorités allemandes se sont rendu compte du caractère admirablement discipliné, mais un peu lourd de leurs soldats, et qu'ils se sont efforcés de les mettre continuellement, au cours des batailles, sous la tutelle d'un gradé. Sans trop insister, il leur oppose l'esprit débrouillard, vif, prompt et plein d'initiative du soldat français auquel, d'ailleurs, il reconnaît une nervosité peut être excessive.

L'auteur entre ensuite dans des considérations de tactique élémentaire à propos du déploiement, de l'utilisation du terrain, de la marche sous le feu, et du combat à la baïonnette, que l'on avait cru passé à l'état de souvenir et qui, maintenant comme autrefois, scelle définitivement la défaite de l'ennemi.

Pour l'artillerie, il est démontré que si les Allemands ont doté leurs corps d'armée de 160 pièces, dont 16 obusiers de 150 mm., c'est pour des raisons d'ordre moral d'abord, puis pour des motifs déduits des études et de l'expérience de Mandchourie, enfin par suite des nécessités imposées par leur tactique. Des considérations d'ordre technique et une appréciation de l'influence morale de l'artillerie terminent ce chapitre.

L'exposé et la critique des principes de la tactique élémentaire de la cavalerie sont peut-être les pages les plus intéressantes de la première partie du travail. A en croire le commandant de Pardieu, la nouvelle doctrine allemande aurait rendu un très mauvais service à l'arme du cheval. Celle-ci, pendant les manœuvres de 1909, la première fois qu'elle appliquait en grand les prescriptions du règlement du 3 avril, aurait fait assez triste figure : elle aurait été passive, n'aurait pas su renseigner convenablement les états-majors et se serait même laissé surprendre au cantonnement par une troupe d'infanterie.

Le tableau n'est-il pas un peu chargé ? N'oublions pas que l'Allemagne, à l'inverse de la France, est très conservatrice. En principe, elle n'approuve pas une transformation avant que des expériences répétées n'en aient fait ressortir le bien fondé. Ce que M. de Pardieu critique le plus, c'est la généralisation excessive du combat par le feu, pied à terre. Mais, s'il faut en croire certains récits des manœuvres de 1909, qui, rappelons-le, se sont déroulées dans la région du Main et du Neckar, le terrain, rempli de couverts et de coupures importantes, présentait, pour les armes montées, d'énormes difficultés. D'autre part, nous lisons, dans une revue belge (1), qu'à ces manœuvres, le service de découverte a donné toute satisfaction, et que, en particulier, le Général von Bock und Polacha dû aux renseignements exacts et rapides du corps de cavalerie, placé sous ses ordres, le succès de ses opérations. Peut-être notre auteur, qui a, du reste, parfaitement raison de réagir contre la tendance à transformer une belle cavalerie en infanterie montée, s'est-il un peu laissé emporter par une pointe de vivacité toute française. Le commandant de Pardieu est un homme convaincu. Il possède une brillante qualité militaire.

L'étude de la bataille (IIe partie) contient trop de points intéressants pour que nous puissions songer à la résumer ici, même brièvement. Contentons-nous de copier une partie de la table des matières.

I. Remarques préliminaires au sujet des prescriptions relatives au combat dans les règlements nouveaux. — II. Exploration. — III. Avant-garde. Marches d'approche. — IV. Bataille de rencontre. — V. Tactique générale. — VI. Combat défensif. — VII. Aperçu stratégique.

Quelques passages nous ont particulièrement frappé. Les remarques préliminaires mettent très bien en évidence les caractéristiques de l'esprit dans lequel les règlements allemands ont été conçus : exaltation de l'offensive et de la recherche des responsabilités, nécessité de la liaison entre tous les éléments de l'armée et recherche de l'attaque par masses. Il est intéressant pour qui étudie le tactique des Allemands et des Français, de voir combien les prescriptions en vigueur dans les deux pays se basent autant sur les idées qui ont cours chez le voisin que sur la logique pure. On sent que ces armées se préparent, non point à la guerre, mais à la guerre franco-allemande. D'un côté, on

(1) BULLETIN DE LA PRESSE MILITAIRE, 30 août 1910, p. 158.

estime qu'avec une population de 60 000 000 d'âmes, on aura toujours plus de soldats que d'argent pour les former : les procédés de guerre sont brutaux. De l'autre, on se sent inférieur en nombre, mais on s'estime capable de racheter ce grave élément d'infériorité par des moyens intellectuels : on cherche, en quelque sorte, la victoire dans une solution élégante. Veut-on savoir de l'autre côté du Rhin, ce que fait l'ennemi ? On base la solution sur l'hypothèse que, abstraction faite des escadrons laissés à la disposition immédiate des groupements de toutes armes, on pourra mobiliser douze divisions de cavalerie, alors que les Français n'en peuvent prévoir que huit. On ne cache pas que l'on compte sur une supériorité numérique écrasante pour bousculer les escadrons ennemis avant d'aller prendre le contact des divisions d'infanterie. On n'obtiendra pas mieux que des renseignements généraux : le contour de l'armée adverse par exemple. Mais à quoi bon chercher à en savoir plus, *puisque* l'on possède la supériorité du nombre ? Dès qu'on se croit suffisamment orienté pour ne pas s'engager à faux, on attaque ; par une offensive brutale, on impose sa volonté à l'adversaire, dont on paralyse les forces en le contraignant à parer les coups qu'on lui porte. Grâce à une proportion d'artillerie plus forte que partout ailleurs, le front de la bataille est comme un mur de granit à l'abri duquel les jeunes soldats se remettront de leurs premières frayeurs. La clef tactique est, à priori, à l'une des ailes, et *puisque* l'on dispose d'une infanterie plus nombreuse que l'ennemi, à égalité de densité d'occupation, on déborde l'aile menacée, on la tourne et on l'écrase sous une attaque concentrique irrésistible. Si on n'est pas immédiatement le plus fort, on temporise.

Sans avoir la compétence nécessaire pour critiquer cette tactique, nous croyons pouvoir affirmer que les Allemands auraient bien difficile de la justifier entièrement en présence d'un ennemi numériquement supérieur et aussi parfaitement organisé qu'eux.

Les appréciations de l'auteur sont très intéressantes. Très clairement énoncées, elles permettent à un lecteur impartial de se faire une idée très nette de la thèse opposée par l'école française à celle des Allemands.

Le livre du commandant de Pardieu sera favorablement accueilli, car il est une très intéressante réalisation du travail que chaque officier sérieux s'est proposé de faire, après la publication des nouveaux règlements militaires allemands.

J.

XIV

I. La Belgique au Travail, par J. Izard. Un vol. in-8° de 272 pages, 20 planches hors texte. Paris, Pierre Roger, 1910.

II. La vraie « Belgique au Travail », à propos du livre *La Belgique au Travail* de J. Izard, par Henri Siret (Extrait du Bulletin de l'Union des Ingénieurs, sortis des Écoles spéciales de Louvain, 1910, second Fascicule). Une brochure in-8° de 56 pages. Bruxelles, Imprimerie Nationale, 1910.

I. *La Belgique au Travail* fait partie de la collection : *Les Pays modernes*. Pour se préparer à l'écrire, M. Izard a traversé la Belgique, où les « abonnements au chemin de fer sont pour rien, ou presque ». Il a vu Bruges « la morte » et visité Zee-Brugge. Il a parcouru le « pays noir », le Borinage et le Centre, Mons « capitale triste du laborieux Hainaut », et Charleroi où il s'est enquis « de l'histoire naturelle du Travailleur ». Il a jeté un coup d'œil sur « la Vallée de la Meuse industrielle » et poussé jusqu'à Verviers « la ville de la laine ». Peut-être a-t-il entrevu Louvain « ville figée » et Bruxelles « capitale du bon boire et du bien manger ». « La Flandre remuante » lui est apparue à Gand, et « la Flandre morte » à Malines. Enfin, il s'est attardé au « port trépidant d'Anvers » le « cœur du pays ».

M. Izard se défie, sans doute, des documents officiels et n'aime pas les statistiques : il a négligé les renseignements qu'il eût pu y trouver ; mais, en cours de route, il a interrogé des industriels, des ingénieurs, des professeurs, voire même un débardeur sans travail et quelques facétieux bourgeois. Il a recueilli avec le même soin et un égal empressement toutes leurs paroles, et, rentré chez lui, jugeant tout contrôle inutile et tout supplément d'enquête superflu, il a décrit, d'une plume facile et sans ménager l'éloge, *la Belgique au travail* telle qu'elle se montrait dans ses notes.

Décrire le milieu dans lequel évolue le travail en Belgique, étudier ce travail lui-même sous ses divers aspects et dans ses résultats économiques, tel est, semble-t-il, le plan que s'était tracé l'auteur. Il est excellent ; l'exécution l'est moins. Elle aboutit à un livre où les inexactitudes sont nombreuses, les appréciations souvent tendancieuses ou fantaisistes, et les lacunes trop importantes pour que le contenu réponde au titre que M. Izard lui a donné : il convenait de le corriger et de le compléter.

M. H. Siret, ingénieur, directeur général de l'Union des Papeteries, ancien Président de l'Union des ingénieurs sortis des Écoles spéciales de Louvain, s'en est chargé et y a parfaitement réussi. Les lecteurs de M. Izard ne peuvent se dispenser de lire la brochure de M. Siret. Nous allons la résumer en insistant surtout sur les faits industriels et économiques que *la Belgique au travail* passe sous silence.

II. Il arrive à M. Izard de remanier notre géographie physique et naturelle. En voici un exemple. Parlant de l'antagonisme des charbons étrangers et des charbons indigènes, il fait arriver ceux-ci à Bruxelles par voie ferrée, et les charbons du Rhin, à Louvain, par la Dyle ! Il perd de vue le canal Bruxelles-Charleroi, qui relie la capitale à une zone charbonnière très importante, et fait beaucoup trop d'honneur au gros ruisseau qu'est la Dyle à Louvain.

Il décrit les beaux travaux de Zee-Brugge et les attribue à Coiseau, « homme génial, élève de de Lesseps ». Au nom de Coiseau, il faut joindre celui de son associé belge, Émile Cousin qui dirigea toute la construction. Il est vrai qu'Émile Cousin est un ancien ingénieur de Louvain, et M. Izard ignore qu'il existe, depuis quarante-cinq ans, à « l'Université épiscopale », une école d'ingénieurs.

Le chapitre III débute par une excursion au fond d'un charbonnage. L'auteur a choisi une concession située dans le Centre, *Mariemont-Bascoup*, produisant 1 200 000 tonnes par an. Il relate surtout le système d'exploitation employé dans cette mine et les particularités concernant le grisou. A ce double point de vue, le choix fut malheureux comme on le verra plus loin.

M. Izart, nous l'avons dit, n'aime pas les statistiques. Quelques chiffres ne seront pas inutiles à ses lecteurs.

On compte en Belgique, 278 *sièges d'extraction* du charbon, occupant 145 000 ouvriers ; la production a été, en 1909, de 23 556 000 tonnes, valant 380 000 000 de francs.

La profondeur moyenne des 622 *puits* des charbonnages belges est de 530 mètres, mais on compte :

64	puits de	700	à	800	mètres
48	»	800	à	900	»
44	»	900	à	1000	»
13	»	1000	à	1100	»
7	»	1100	à	1200	»
2	»	plus de		1200	»

Dans le Borinage, la profondeur moyenne est de 703 mètres.

La force motrice pour l'extraction est de 110 000 H. P. La puissance des moteurs dépasse parfois 900 H. P.

Il y a 355 ventilateurs exigeant une force de 31 000 H. P. Au couchant de Mons, le poids d'air extrait est de plus de 8 tonnes par tonne de houille produite.

Les charbonnages belges sont les plus grisouteux du monde ; la lutte contre les accidents miniers est organisée scientifiquement par le corps des mines (1). Ses succès sont nettement marqués dans la statistique ci-dessous, donnant le nombre d'ouvriers tués par 10 000 annuellement dans les travaux souterrains :

De 1851 à 1860	32,30
1861 à 1870	26,06
1871 à 1880	23,60
1881 à 1890	19,92
1891 à 1900	13,84
1901 à 1909	10,25

Ce dernier chiffre est le plus bas du monde entier.

On trouve aux États-Unis	38
En Russie et en Espagne	20 à 25
En Allemagne	16 à 18
Angleterre et Autriche	13
France (Courrières exclu)	11 à 12

Si nous prenons seulement le grisou et les inflammations de poussières, nous trouvons pour les mêmes bases :

1881 à 1890 . .	4,37	ouvriers tués	par 10 000	et par	an.
1891 à 1900 . .	2,80	»	»	»	»
1901 à 1909 . .	0,82	»	»	»	»

Ce résultat, tout à fait remarquable, est dû aux mesures dictées par l'administration, au souci qu'ont les exploitants des vies humaines dont ils ont la garde et, en grande partie, à l'emploi des explosifs de sûreté dont l'étude est activement poursuivie au laboratoire spécial créé par l'État à Frameries.

De 1881 à 1890 plus de la moitié des victimes du grisou périssaient par des accidents dont la cause première était

(1) L'an dernier les États-Unis ont appelé pour une consultation devenue célèbre, M. Watteyne, inspecteur général des mines, l'éminent directeur du service des accidents miniers et du grisou.

l'emploi des explosifs. Aujourd'hui, il n'y en a plus que 0,27 sur 0,82 tués.

Les accidents dus aux inflammations du gaz provoquées par les lampes ont diminué dans une proportion plus forte encore.

Pour se documenter, sur la question du grisou, M. Izart a visité une mine où il n'y en a presque pas.

Quant au système d'exploitation belge, ceux qui liront son livre resteront persuadés qu'en Belgique on déhouille par traçage et dépilage ; or, ce système n'existe que dans deux chantiers des charbonnages de Mariemont et Bascoup ; très généralement on exploite par *tailles montantes*, par *tailles chassantes* ou par *gradins*, méthodes dans lesquelles le tracé des voies suit l'enlèvement du charbon.

Nos charbonnages produisent 2 700 000 tonnes de coke, à l'aide de 3630 fours.

Les fours à récupération et les usines de récupération des sous-produits de la distillation de la houille, se répandent de plus en plus et forment une division importante d'un grand nombre de charbonnages.

Les agglomérés atteignent un tonnage annuel de 2 340 000 tonnes, valant 45 236 000 francs.

De tout cela, M. Izard ne parle pas.

Il ne dit rien non plus des lavoirs de charbon si perfectionnés, qui font de la houille un véritable produit manufacturé. Leur influence est sensible à ce point sur le tonnage vendu, qu'ils le réduisent de 10 p. c. environ.

Notre consommation croissante nous conduit à importer une quantité de plus en plus grande de combustibles étrangers ; le nouveau bassin campinois nous viendra donc bien à point.

Le chapitre IV est une parenthèse consacrée à « l'histoire naturelle » ou « naturiste » du travailleur et aux institutions économiques créées au pays de Charleroi pour améliorer les conditions matérielles et morales du travailleur.

Le Belge, d'après M. Izart, est le plus fort consommateur *d'eau de vie*.

Ce serait le moment de parler de tant d'efforts faits en Belgique pour combattre le fléau de l'alcoolisme. Voici sur les résultats obtenus au cours de ces dernières années, quelques chiffres intéressants :

Consommation

1855 —	5,40	litres par tête,	alcool à	50°
1875 —	9,88	»	»	»
1885 —	9,15	»	»	»
1895 —	10,01	»	»	»
1902 —	8,95	»	»	»
1909 —	5,69	»	»	»

La *Belgique au Travail* ne connaît que les œuvres socialistes ; il semble qu'elles soient seules à combattre l'alcoolisme et à assurer les bienfaits de la coopération et de la mutualité aux travailleurs.

« Le terrain de combat de l'alcoolisme, dit l'auteur (1), c'est de dégrossir la jeunesse, lui donner le goût du sport, de la musique, de la peinture, du théâtre. Tout le reste c'est de la fantaisie, de la distraction innocente pour gens bien intentionnés. Dans toute la Belgique, je n'ai rencontré qu'un seul exemple vraiment entendu : c'est le cinématographe installé dans la salle des fêtes de la Maison du Peuple de Bruxelles. J'ai assisté à une soirée donnée en faveur des carriers d'Écaussines, alors en grève. Les gamins avaient été envoyés à Bruxelles ; c'était une joie de voir toutes ces petites frimousses inconscientes, éclater de rire, du bon rire de l'innocence, aux péripéties du film...

» Le cinéma facteur social, pourquoi pas ? »

Il y a toute une littérature belge pour réfuter de pareilles affirmations.

M. Izart n'a-t-il pas eu connaissance des patronages de garçons et de filles qui fourmillent en Belgique ? Tous les dimanches on y réunit les enfants des ouvriers, pour les amuser, les instruire et leur apprendre à aimer Dieu, le Roi, la Patrie. Un grand nombre de ces patronages ont des sections dramatiques, musicales et sportives.

M. Isard entre dans d'intimes détails sur la ruche socialiste, la *Concorde* de Roux. On y ferait quatre millions de pains par an — mettons que ce soient des pains de deux kilos — cela nous fait huit millions de kilos, c'est le chiffre principal dans les huit pages consacrées à la monographie de cette coopérative, née en 1891.

Nous nous garderons bien d'en critiquer le fonctionnement ;

(1) Page 56.

nous demanderons seulement à M. Izart s'il n'a pas entendu parler du *Bon Grain* de Mariemont-Morlanwelz et des œuvres sociales qui gravitent autour de cette vaste organisation due à l'initiative privée catholique.

Le *Bon Grain* naquit en 1891, comme la *Concorde*. Il comprend une boulangerie, une meunerie, une brasserie, une vinaigrerie. L'établissement central se trouve aux Hayettes-Mariemont, il a des succursales à Strée, Braine-le Comte, Nimy et Saint-Remy-lez-Chimay. On y fabrique annuellement 24 millions de kilos de pain, soit le triple du chiffre de la *Concorde* !

Le nombre de sociétaires-coopérateurs s'élève à 40 000 contre 15 000, chiffre indiqué pour la *Concorde*.

La ristourne est de 2 ou 3 centimes par pain et 1 % sur marchandises livrées aux sociétaires. En 1909 le montant des ristournes a été de 497 703,96 fr. en espèces, versement à la caisse de secours et pensions.

La caisse des pensions a une réserve de 337 930,28 fr., le nombre des pensionnés est de 2435. La pension est accordée à l'âge de 60 ans après 5 années d'affiliation sans interruption.

Il a été versé à la caisse de pensions en 1909 la somme de 125 000 fr.

La caisse de secours subsiste à l'aide d'une cotisation de 3 fr. par semestre, déduite des ristournes. En cas d'incapacité de travail, le membre reçoit un pain par jour.

La brasserie a produit, en 1909, 18 283 hectolitres de bière, vendue à 10 fr. l'hectolitre, avec un franc de ristourne.

En 1908 le *Bon Grain* s'est annexé 25 magasins d'épicerie qui ont un chiffre de vente supérieur à 500 000 fr.

A côté de cela, il a été établi à Morlanwelz une série d'autres œuvres de moralisation et d'agrément : bibliothèque, patronages de jeunes gens, syndicat professionnel, fanfare, chorale, cercle sportif, cercle gymnastique, etc.

L'âme de toutes les belles créations a été le regretté Valère Mabille, maître de forges, propriétaire des usines de Mariemont, un noble cœur, enlevé trop tôt, l'an dernier, à l'affection de ses amis et des milliers de travailleurs dont il était le père. Son gendre, M. Jules Borel continue à soutenir et à développer les œuvres de Morlanwelz.

Le *Bon Grain* possède aujourd'hui la boulangerie la plus importante de la Belgique, mais dans plusieurs de nos grands centres il existe des établissements similaires créés par les catholiques et qui ne le cèdent en rien à la *Concorde* de Roux.

Le chapitre V est consacré à Liége. Notre voyageur y arrive par le plateau et le plan incliné d'Ans et marque sa joie de voir s'épanouir une ville gaie, riante « où l'horrible brique n'étale pas son uniforme robe de bure » (1).

Cette horreur pour la brique a empêché M. Izard de parler de sa fabrication qui est une de nos très grosses industries. Voici quelques données à cet égard :

C'est principalement dans la province d'Anvers que l'on fait des briques, et cela dans deux centres principaux : Boom et la Campine (environs de Turnhout). Le nombre d'ouvriers briquetiers pour cette seule province est de 13 000 environ, et la production est d'au moins un milliard de briques par an, valant plusieurs millions de francs.

Si on tient compte des briquetiers du Haut-Escaut, du Littoral, des environs de Bruxelles, de Liége, de Namur, etc., on arrive à un total dépassant certainement vingt mille ouvriers et à une valeur de production de dix millions de francs, au moins.

Il faut y ajouter les industries connexes :

Les produits réfractaires, valeur annuelle	. .	fr.	6 300 000
Les carreaux de pavement »	» . .	»	4 000 000
L'industrie faïencière »	» . .	»	5 000 000
La porcelaine »	» . .	»	1 200 000

Soit un total d'environ 26 millions de francs pour les produits céramiques en général (2).

De la ville des princes-évêques, M. Izart conduit le lecteur à Seraing, où il traverse les établissements Cockerill. Il visite ensuite Ougrée-Marihaye, la fabrique nationale d'armes de guerre, les cristalleries de Val-St-Lambert, la Vieille-Montagne et, pour terminer la revue du travail à Liége, les écoles techniques.

Il s'apitoie sur la Faculté technique qui « étouffe, dit-il, à l'étroit dans des locaux dispersés et insuffisants... ; depuis longtemps il est question d'installer la Faculté dans un local digne d'elle. Mais voilà, me disait un Liégeois, Liége a toujours été *libérale*, elle l'est encore tandis que le gouvernement est *catholique*, alors, tous les subsides, tous les encouragements vont à la Faculté catholique de Louvain, comme les étudiants « recalés » par les examinateurs Liégeois vont de même à Louvain conquérir plus aisément leurs diplômes... » (3).

(1) Page 70.

(2) Voir *Les Industries Céramiques en Belgique*, par M. de Meester, ingénieur. Bruxelles, Lebègue, 1907.

(3) P. 143.

Assurément, le Liégeois interviewé, racontant à un étranger l'énorme bourde des subsides gouvernementaux enlevés à la faculté technique *libérale* de Liége pour aller à sa consœur *catholique* de Louvain, et celle non moins forte des *recalés* allant à Louvain pour cueillir leur diplôme, est seul, en Belgique, à ignorer que Louvain possède une université libre qui ne reçoit de subsides ni de l'État, ni de la Province, ni de la ville ; tandis que l'Université de Liége est une création gouvernementale.

L'encombrement des locaux de la Faculté technique de Liége tient du reste à une circonstance spéciale : la fermeture d'écoles techniques russes, qui a fait affluer les étudiants en Belgique ; situation temporaire sans doute et qui ne peut entraîner un État soucieux des deniers publics à élever à grands frais des bâtiments nouveaux, alors que l'objet de leur construction peut disparaître du jour au lendemain. M. le professeur Hubert a fait connaître à l'auteur lui-même l'invasion anormale de l'École des mines de Liége par plus de 700 Slaves.

Verviers, son industrie intense et la Gileppe occupent ensuite le narrateur qui revient par Liége vers le centre du pays : « Louvain marque notre première étape en pays brabançon. C'est ici la forteresse de l'épiscopat belge : la fameuse université qui, au XVIe siècle, passait pour la première d'Europe, comptant quarante-trois collèges et plus de quatre mille « escholiers », a bien évolué...

» Jadis, nul n'était admis à une fonction publique dans les Pays-Bas autrichiens, sans avoir conquis ses grades à Louvain ; par réaction politique le gouvernement français supprima l'université ; le gouvernement hollandais la rétablit ; depuis 1834, elle a cessé de nouveau d'être reconnue et elle est devenue une université libre, subventionnée par l'Église belge. Aussi sa population actuelle d'un millier d'étudiants est-elle presque exclusivement constituée de futurs ecclésiastiques cloîtrés dans d'innombrables séminaires ; collège du pape Adrien, du Saint-Esprit, des Joséphites, de Saint-Thomas d'Aquin, etc.

» Depuis la période brillante où Louvain comptait 150 000 habitants vivant de l'industrie drapière, la ville a bien déchu. Morte la cité, amoindrie l'université qui s'est humblement réfugiée dans ce qui reste de l'ancienne Halle-aux-Draps, et qui ne compte plus aujourd'hui que par ce qu'elle donne asile aux sciences spéculatives et à la rigide théologie...

» A peine descendu de wagon, la sensation qu'il pénètre dans une ville défunte étreint le voyageur. Tout y porte l'empreinte

ecclésiastique. Par les rues mornes glissent deux à deux les profils austères de béguines noires à coiffe blanche, ou de capucins en robe brune ; on passe à tout moment devant des boutiques de libraires, éditeurs d'œuvres pies ; au moins aussi nombreux sont les cabinets de lecture. On se rend à l'Université par un défilé de ruelles sombres ; à l'entrée un gamin secoue une aumônière ; sous les voûtes sévères, des prêtres font les cent pas, entourés d'élèves graves comme de futurs théologiens : on les devine ardents à disputer sur les redoutables mystères de l'au-delà ; on marche avec précaution, on parle de même. Au rectorat où je parviens enfin, j'apprends que c'est jour d'examen et je suis autorisé à assister à la discussion d'une thèse..

» Cette salle d'examen glaciale et nue, c'est la vieille Sorbonne théosophique, fidèlement reconstituée en un vivant anachronisme. Louvain est une ville figée ; il faut m'en détacher de peur que le froid ne me gagne... »

Deux hypothèses sont possibles en présence de cette description fantaisiste : M. Izart a été à Louvain et s'y est laissé berner ou il n'y a pas été.

Quoi qu'il en soit, rectifions en peu de mots ; nous dirons plus loin ce qu'est l'Université de Louvain.

Elle compte 2500 étudiants dont la très grande majorité ne se destine nullement à l'état ecclésiastique : il y avait en 1909-1910 notamment 363 étudiants aux Écoles spéciales d'ingénieurs.

Le collège du Pape Adrien est une maison de famille, où un certain nombre d'étudiants trouvent le vivre et le couvert. Il n'y a parmi eux, aucun étudiant ecclésiastique.

Le collège des Joséphites est une institution dirigée par des religieux où on donne l'enseignement moyen ; il n'a rien à voir avec l'Université, etc.

Louvain serait une ville morte, déchue, figée.

L'industrie métallurgique seule occupe à Louvain 3500 ouvriers. Il y a 16 brasseries qui emploient 275 ouvriers. Il faut y ajouter 6 malteries, 3 minoteries considérables, 6 usines de produits chimiques et engrais, 4 huileries ou savonneries, 1 fabrique de conserves de légumes qui exporte ses produits dans le monde entier. Au total, on peut attribuer à la ville de Louvain une population ouvrière de six mille personnes, au moins soit le septième environ de sa population. Pour une ville figée, ce n'est pas trop mal.

Que dire des rues mornes où glissent des béguines et des moines, des éditeurs d'œuvres pies, des ruelles sombres donnant

accès à l'Université, de l'autorisation d'assister aux Halles à la discussion d'une thèse publique ? Décidement M. Izart n'a pas vu Louvain.

Et Bruxelles ? C'est, d'après notre voyageur, une cité d'épicuriens : « Ville grasse, réjouie... toujours en fête bannière au vent... truculente capitale du bon boire et du bien manger... La ville haute, toute neuve est extrêmement laide... oh ! ce « modern style », quel supplice quand on parcourt les rues de Bruxelles ! »

M. Izard n'a pas visité Bruxelles, ses faubourgs et ses environs en architecte.

Il y a là dans un rayon de quelques kilomètres un nombre énorme de constructions de tous styles ; il lui eût été si facile d'en faire une sommaire étude. Elle lui eût fourni des indications bien intéressantes sur le travail de nos jeunes architectes et décorateurs et l'eût fixé sur ce fait social, qui s'est singulièrement affirmé chez nous en ces derniers temps : notre ambition d'avoir *notre* maison à nous, coquette à l'extérieur, riante, commode et familiale en dedans. En ville, nous préférons à l'appartement d'étage, la liberté entière dans notre domaine urbain. Nous aimons les champs et les bois, le grand air, le repos sain après le rude travail, les arbres et les fleurs autour d'une retraite saisonnière gagnée par notre effort ; et ce n'est pas un des résultats les moins curieux de la prospérité de ce dernier quart de siècle, que la multiplicité de ces villas semées dans les charmants vallons qui entourent la capitale, comme dans les dunes du littoral. Il y en a ailleurs encore et quand M. Izart reviendra chez nous, nous l'engageons à faire en bateau le trajet de Dinant à Namur : il sera stupéfait du nombre de maisons de campagne étagées sur les bords si pittoresques de la Meuse.

Tout cela n'est-il pas le fruit du travail belge et ne méritait-il pas d'être signalé ?

M. Izard a préféré insister sur une « chose qui manque à la Belgique : l'instruction obligatoire ». A l'en croire, nous aurions 40 p. c. d'illettrés en Flandres, 20 p. c. en Wallonie et 32 p. c. pour tout le pays ; c'est trop, dit-il. Beaucoup trop, en effet, et il eût été intéressant de connaître la source d'où ces chiffres sont sortis. Ce n'est certainement pas de la statistique officielle, tirée des recensements décennaux publiés par l'*Annuaire statistique de Belgique*. M. Siret en a extrait les éléments du tableau suivant :

PROPORTION DE LETTRÉS

PROVINCES	ANNÉES					
	1880	1890	1900	Progrès de 1880 à 1890	Progrès de 1890 à 1900	Lettrés en 1910 en admettant le progrès 1890 à 1900
Anvers	59.41	63.07	68.39	3.66	5.32	73.71
Brabant	58.47	64.47	70.43	6.00	5.95	76.39
Flandre Occidentale	52.67	55.46	61.10	2.79	5.64	66.74
Flandre Orientale	51.68	54.73	60.61	3.05	5.88	66.49
Hainaut	54.88	60.10	66.92	5.22	6.82	73.74
Liége	61.88	68.74	74.10	6.86	5.36	79.46
Limbourg	57.66	62.06	68.09	4.40	6.03	74.12
Luxembourg	73.42	77.04	80.22	3.62	3.28	83.60
Namur	70.21	74.55	78.50	4.34	3.95	82.45
	1	2	3	4	5	6

Les colonnes 4 et 5 montrent les progrès réalisés dans les Flandres de 1890 à 1900.

Si nous prenons les provinces où la proportion des lettrés est la plus forte, nous voyons que le taux d'accroissement, au lieu d'augmenter, diminue. On tend évidemment pour les provinces de Brabant, de Liége, du Luxembourg et de Namur vers une situation d'équilibre ; tandis que le progrès se marque de plus en plus dans les autres provinces.

Nous n'avons que les chiffres publiés après les recensements décennaux, ceux de 1910 ne le sont donc pas encore, mais en admettant pour toutes les provinces un progrès au cours de la période 1900-1910 égal à celui de la période décennale précédente, ce qui est assurément inférieur à la probabilité pour les Flandres et Anvers où la progression continuera certes de croître, nous trouvons les chiffres inscrits dans la colonne 6.

Si nous passons au royaume entier, en prenant les lettrés, déduction faite des enfants de moins de huit ans, nous arrivons aux chiffres suivants :

1880.	69,37 p. c.
1890.	74,96 p. c.
1900.	80,88 p. c. (1)

Et en raisonnant comme ci-dessus, nous aurions pour 1910 86,80 p. c. Ce dernier chiffre est certainement un minimum (2).

Il est bien inutile de porter atteinte à la liberté du père de famille pour obtenir une diminution du nombre d'illettrés : les tableaux ci-dessus démontrent que cela ira tout seul, et plus vite encore si au lieu d'une contrainte pratiquement inefficace, on a recours à des encouragements de forme variée (3).

M. Izard parle dans le même chapitre de l'enseignement professionnel, des hautes études commerciales et techniques, de l'École de Brasserie de Gand, etc. Il faut noter le soin qu'il met à ne pas mentionner les instituts d'enseignement professionnel et supérieur créés par les religieux ou les catholiques, tels l'École supérieure de Commerce et de finance, Institut Saint-Ignace, à Anvers, l'École Commerciale et consulaire de Mons, l'Institut Commercial de Melle, l'École des Arts et Métiers, à Bruxelles et à Liége ; les Écoles de Brasserie et d'Agronomie de Louvain ; les admirables Écoles Saint-Luc de Gand, Bruxelles, Liége, etc., etc.

Le livre que nous analysons traite de l'enseignement au premier degré, et des écoles supérieures ; pourquoi est-il muet au sujet de l'enseignement moyen ? Serait-ce pour éviter de devoir faire l'éloge de ces superbes collèges libres qui sont l'orgueil des catholiques ?

Le chapitre X de la *Belgique au Travail* traite de quelques particularités concernant le railway : l'intensité du trafic, les

(1) Voir *Annuaire statistique de la Belgique*. Tome XXXIX, page 75. — Bruxelles, 1909. — Établ. gén. d'imprimerie.

(2) Voici d'autres chiffres qui confirment cette conclusion :

En 1908, des jeunes gens appelés au tirage au sort, 91,54 p. c. savaient lire et écrire. Au 15 novembre 1908, des enfants de 6 à 14 ans, 1 107 610 fréquentaient l'école sur 1 160 582 ; soit un déchet de 52 972 dans lesquels sont comptés : 1° les anormaux (6621) ; 2° ceux qui sont instruits chez eux ; 3° ceux qui ayant 6 ou 7 ans à cette époque (1908) ne devaient commencer que plus tard à fréquenter l'école ; 4° ceux qui, ayant à cette époque 13 ou 14 ans, avaient cessé d'aller en classe.

(3) Consultez sur cette question et les problèmes économiques et sociaux en Belgique, le *Manuel social. La législation et les œuvres*, par A. Vermeersch et Müller, S. J. Louvain, Uytspruyst, Paris, F. Alcan, 1909, 3me édition. — Cet ouvrage a obtenu le prix quinquennal des sciences sociales (5me période, 1902-1906).

gares, le train bloc, la jonction Nord-Midi, le coût d'exploitation, etc.

Il y a en Belgique 7 1/2 millions d'habitants et non 6 millions.

M. Izart a découvert un fonctionnaire du département des chemins de fer qui lui a confié que si le coefficient d'exploitation montait, c'était à cause surtout de l'augmentation des dépenses du chapitre « employés et ouvriers » dont le nombre s'accroît régulièrement. « Que voulez-vous, un député ne doit-il pas être un père pour son électeur?... » (1). Aux raisons données : augmentation de confort et de vitesse, il faut ajouter la principale : le nombre de trains. Les facilités offertes sous ce rapport au voyageur sont extraordinaires, nulle part cela ne se rencontre.

Citons encore cette trouvaille. En parcourant la Flandre, M. Izart a vu des gares qui sont « des cathédrales ». Il signale celles « de *Tournai*, de Bruges et de Furnes ». Rien de semblable en Wallonie. Il s'en étonne et s'informe. « Comme je demandais un jour la raison de cette anomalie au chef de gare d'une petite cité wallonne : Chut, me dit-il, raison d'État. Ici, nous sommes « libéraux », alors, vous comprenez, l'argent s'en va vers la Flandre catholique... (2) ».

Et M. Izart ramasse cette plaisanterie, la couche dans ses notes et la verse dans son livre en plaçant Tournai en Flandres.

Vient ensuite la monographie de Gand : ses fleurs, son industrie, ses œuvres socialistes, il n'est pas question des autres.

C'eût été le moment de parler de la culture et de d'industrie du lin, de la Lys, *rivière d'or* pour le rouissage, des toiles flamandes de Courtrai et de l'énorme chiffre d'affaires que viennent y faire les Anglais, les Américains, les Allemands, les Irlandais. La seule récolte du lin a une valeur annuelle de 35 à 40 millions.

L'auteur n'en prend pas le temps : il passe à la *Flandre morte* dont Malines fait les frais. M. Izart y a vu une ville agonisante. C'est au contraire une cité d'ouvriers et l'auteur aurait dû parler de leur travail à l'*arsenal* et de l'industrie du meuble. L'arsenal est l'atelier principal de réparation du matériel belge des chemins de fer ; il occupe 3771 ouvriers. Le meuble se fait partout en Belgique, Malines cependant est le centre principal, surtout pour l'exportation ; on y compte 4500 ouvriers ébénistes.

Le chapitre XIII nous conduit à Anvers, « la merveille de la

(1) P. 166.
(2) P. 173.

Belgique ». M. Izart décrit son port, ses rues et ses monuments, l'invasion allemande, le peuple, ses mœurs et finalement l'Institut supérieur de commerce. On lui a dit ou il a cru comprendre « qu'il arrive journellement *600 navires de mer* » à Anvers, sans compter « les bateaux qui remontent l'Escaut vers le Rupel ou vers Gand ». Il faut diviser 600 par 30 pour rester dans la vérité.

Anvers serait « dès aujourd'hui le plus grand marché de caoutchouc du Monde », et que sera-ce dans quelques années ! M. Izart annonce que les plantations de *ficus hereu* au Congo « fourniront d'ici dix ans des millions de tonnes d'excellent para (1) ». Un seul million de tonnes, à 6 francs seulement le kilo, ferait 6 milliards ! La production annuelle mondiale du caoutchouc n'a pas encore dépassé 75 000 tonnes. Les tonnes de M. Izart doivent être des kilos.

Le quatorzième chapitre fait l'éloge de notre esprit de prévoyance et des œuvres qu'il engendre : leur énumération « seule prendrait un volume ». Ce volume existe, nous l'avons signalé déjà, c'est le *Manuel Social* des PP. Vermeersch et Müller. Aux quelques chiffres cités pour montrer la puissance qu'a acquise la prévoyance ouvrière, en Belgique, M. Izart eût pu en donner bien d'autres, sans allonger beaucoup son texte, en consultant ce travail. Il l'eût dû, semble-t-il, pour mieux justifier cette appréciation : « Cette page est la plus belle du livre d'or de la Belgique. »

Le dernier chapitre envisage l'avenir et la place que le Congo occupera comme « déversoir de la métropole ».

Il nous reste à dire quelques mots des industries et institutions qu'un livre portant le titre encyclopédique de *La Belgique au Travail*, ne pouvait pas laisser dans l'ombre.

Complétons d'abord ce que nous avons dit plus haut de l'Université de Louvain (2).

Elle comporte les facultés suivantes :

Théologie	14	professeurs effectifs.
Droit	13	»
Médecine	16	»
Philosophie et lettres	22	»

(1) Pp. 263, 264.

(2) V. *Annuaire* 1910, Louvain, Van Linthout ; voir aussi le *Liber memorialis des fêtes jubilaires de l'Université catholique de Louvain*. Un vol. in-4° de 320 pages. Louvain, Ch. Peeters, 1909.

Sciences et écoles spéciales des arts et manufactures, du génie civil et des mines	40	professeurs effectifs.
École des sciences commerciales et consulaires	7	»
École coloniale	4	»

Les collèges et établissements académiques, avec leurs Musées et leurs laboratoires, sont au nombre de 35, disséminés dans la ville.

En 1834-1835, années de la restauration de l'université, 86 inscriptions furent prises ; on en compta 2368 en 1909-1910 ; on en est aujourd'hui à 2500.

En partageant ces inscriptions par facultés on arrive aux chiffres suivants :

Théologie	120	étudiants.
Droit	557	»
Médecine	478	»
Philosophie et lettres	359	»
Sciences.	314	»
Écoles spéciales . .	363	»
Agronomie	177	»

Parmi les 251 étudiants étrangers de tous les pays du monde, on relève 18 Russes, 16 Espagnols, 32 Américains, 26 Allemands, 26 Français. Nous sommes loin du seul bâtiment des Halles abritant l'université « amoindrie » de M. Izart, du millier d'étudiants la plupart ecclésiastiques et de l'étude exclusive des sciences spéculatives.

Ajoutons encore que les Écoles spéciales d'ingénieurs fondées il y a 45 ans, ont produit jusqu'à présent plus de mille ingénieurs, répartis dans le monde entier et solidement unis en une *Union professionnelle reconnue,* qui compte actuellement 950 membres et publie trimestriellement une importante Revue ; ce périodique s'échange avec le Mois Scientifique, publication française dont M. Izart est secrétaire (1). Il nous sera permis aussi de dire que dans le corps professoral ont figuré et figurent des hommes éminents : le naturaliste P. Van Beneden, le biologiste Carnoy, le mathématicien Gilbert, le chimiste L. Henry,

(1) L'École polytechnique annexée à l'Université de Bruxelles délivre chaque année de 20 à 30 diplômes d'ingénieurs. Elle fut fondée en 1873. M. Izart ne mentionne pas cette École de hautes études.

les ingénieurs G. Lambert et A. Dumont auxquels nous devons la découverte du bassin houiller du Limbourg, le Cardinal Mercier, les ministres anciens ou actuels Ernst, Thonissen, Delcourt, Nyssens, Van den Heuvel, Descamps, De Lantsheere, Hellepute,... sont des professeurs de Louvain.

M. Siret expose ensuite les origines et les développements de la Société Nationale des chemins de fer vicinaux. « Parmi les œuvres du quart de siècle écoulé, dit-il, c'est incontestablement celle qui a contribué pour la plus grande part à notre prospérité générale. » M. Izart n'en parle pas. Voici quelques chiffres extraits de la notice détaillée de M. Siret (1).

Réseau des chemins de fer vicinaux en Belgique

			Longueurs concédées		Longueurs exploitées	
Il y avait en 1887 —	28	lignes	512	kilom.	415	kilom.
1895 —	75	»	1554	»	1258	»
1905 —	143	»	3550	»	2717	»
1907 —	157	»	3992	»	3068	»
1909 —	164	»	4332	»	3448	»

Il y a à l'étude 1835 kilomètres de lignes nouvelles et 101 kilomètres en préparation ; si elles sont concédées, le total atteindra 6268 kilomètres.

La traction électrique est appliquée sur 242 kilomètres.

Le matériel roulant se compose de :

Traction à vapeur	*Traction électrique*
645 locomotives à vapeur	338 voitures motrices
2732 voitures et fourgons	323 voitures de remorque
5971 wagons	31 véhicules divers.

Au 31 décembre 1909, le total général des travaux et commandes atteignait la somme de 204 449 480,49 francs.

Le total des recettes de l'exercice 1909 a été de 20 228 208,11 fr., dont 62,26 p. c. pour les voyageurs et 37,74 p. c. pour les marchandises. Notre réseau vicinal ne tardera pas à former un ensemble supérieur comme longueur à celui des grands chemins de fer.

(1) Consultez la brochure : *Les chemins de fer vicinaux en Belgique*, par C. de Burlet, Bruxelles, Schaumans 1908, et le Rapport sur l'exercice 1909, publié par la Société Nationale.

M. Izart a dépeint la Belgique comme étant une nation *exclusivement industrielle*. Si on faisait une comparaison, on devrait plutôt donner la palme à l'agriculture. Prenons un seul des produits de la ferme, le lait, converti principalement en beurre. La production annuelle de cette denrée atteint chez nous la valeur de 360 millions de francs ! C'est autant que les recettes réunies des chemins de fer, à très peu près la valeur du charbon extrait en Belgique, et plus que la valeur des produits de la sidérurgie.

Il y a 514 000 femmes employées dans les travaux agricoles, alors que 385 000 participent aux professions commerciales et 325 000 aux professions industrielles.

Grâce à la diffusion des cours d'agronomie, aux sélections, à l'emploi judicieux des engrais chimiques et aussi à l'organisation des crédits agricoles et des coopératives d'achat et de vente, l'agriculture a fait en Belgique d'énormes progrès. Ils ont été singulièrement favorisés aussi par l'institution de la *Ligue des paysans*, plus connue sous son nom flamand de *Boerenbond ;* une étude sommaire de ce puissant organisme aurait présenté pour M. Izart et pour ses lecteurs un intérêt particulier qu'il a négligé. M. Siret donne une monographie très intéressante de cette institution due à l'initiative privée et dont le caractère est nettement chrétien ; elle ne fait point de politique active, elle groupe, elle aide, elle instruit, elle moralise.

Le *Boerenbond belge* groupe les cultivateurs et les ouvriers agricoles en associations agricoles chrétiennes. Au 31 décembre 1909, le nombre des associations locales affiliées s'élevait à 520, comptant ensemble 43 169 membres. Elle comprend cinq sections. Le *Comptoir d'achat et de vente*, pour alimentation de bétail, a acheté, en 1909, pour les corporations affiliées :

Engrais pour	fr.	1 732 034,21
Nourriture de bétail . .	»	6 616 931,38
Semences	»	72 296,45
Machines agricoles . . .	»	17 860,50
Appareils de laiterie . .	»	78 434,69

La *Caisse centrale de crédit* a fait, en 1909, des ouvertures de crédit à concurrence de 2 138 100 francs.

Les *Assurances contre l'incendie* ont fait, au 31 décembre 1909, 7845 polices avec une somme assurée de 75 328 167 francs. Les primes nettes perçues pendant cet exercice ont été de fr. 109 088,20, les sinistres de fr. 59 465,47.

Un des faits les plus intéressants du mouvement agricole belge est l'élevage du cheval de trait. On en exporte annuellement 25 000 valant ensemble 50 millions de francs en moyenne.

Un grand nombre d'industries dépendent directement de l'agriculture ; citons seulement la brasserie et la sucrerie.

Il y a en Belgique 3379 brasseries, employant plus de 27 000 ouvriers. La production annuelle est d'environ 16 millions d'hectolitres, valant au moins 160 millions de francs.

Nous possédons 81 sucreries ayant traité pendant l'exercice 1908-1909, 1 711 600 tonnes de betteraves et produit 257 300 tonnes de sucre brut. La consommation intérieure a atteint 110 086 tonnes, le surplus a été exporté.

La plus grande sucrerie du monde est celle de Wanze-lez-Huy (province de Liége). Elle traite par jour 3500 tonnes de betteraves et obtient, en 24 heures, 525 tonnes de sucre.

Une autre industrie relativement récente et tout à fait caractéristique doit être signalée ici : c'est la viticulture ou *forcerie*. Son centre principal est Hoeylaert, village situé à une dizaine de kilomètres au sud-est de Bruxelles, aux confins de la forêt de Soignes. Actuellement il y a en Belgique 20 000 serres, dont les trois quarts environ dans le groupe d'Hoeylaert. Nous entendons par serre, une charpente vitrée de 7 m. × 20 m. soit 140 mètres carrés couverts. C'est l'unité type. Il y a donc chez nous 2 800 000 mètres carrés de serres à raisin, soit 280 hectares ; on en construit 500 nouvelles chaque année.

La récolte moyenne par an et par serre est de 450 kilos de raisin, vendus 1,50 fr. le kilo, chiffre moyen. Il y a vingtcinq ans, le kilo valait en moyenne 18 fr. !

La production totale est de 9 000 000 de kilos environ pour toute la Belgique, valant approximativement 13 500 000 fr.

La consommation belge est de 25 °/₀ de la production. Le surplus va en Angleterre, Allemagne, Amérique, Russie et France. Les droits d'entrée viennent d'être augmentés pour ce dernier pays, ils sont de 200 fr. les 100 kilos !

M. Izart ne dit mot de nos carrières de pavés, de pierres de construction, pierres à chaux et à ciment et de marbres. Nous avons le pavé en calcaire, petit granit d'Écaussines, celui en grès de l'Ourthe et le pavé en porphyre de Lessines et de Quenast.

Il y a en Belgique 37 000 ouvriers employés dans les carrières. La valeur des produits atteint 62 871 100 fr.

Les marbres figurent pour	2 400 000 fr.
Les pierres de taille pour	16 700 000 »
Les pavés en porphyre pour	7 600 000 »
Les pavés en grès pour	5 600 000 »
La terre plastique pour	2 600 000 »
Les moellons, pierrailles, ballast pour . .	8 700 000 »

La chaux et les ciments naturels sont produits surtout dans le Tournaisis. On y compte une quarantaine de firmes vouées à cette industrie et produisant par an :

Chaux hydraulique	400 000 tonnes
Chaux ordinaire	400 000 »
Ciment romain	200 000 »
Ciment Portland	500 000 »

A ce point de vue spécial, le Tournaisis n'a peut-être pas d'égal dans le monde entier.

D'autre part, nous comptons en Belgique quinze grandes fabriques de ciment artificiel occupant environ 4000 ouvriers et produisant 1 million de tonnes de ciment, valant au moins 20 millions de francs. Les 2/5 sont consommés dans le pays.

Rien non plus, dans le livre de M. Izard, des papeteries si anciennes et si développées dans notre pays. Il y a en Belgique actuellement 26 usines à papier et carton, disposant de 73 machines continues, et produisant environ 140 000 tonnes de papier par an dont les 43 p. c. sont exportés vers tous les pays du monde. Le pays consomme 11 kilos de papier par habitant et par an, chiffre qui n'est atteint nulle part. L'importation est de 11 850 tonnes. Cette industrie emploie 4500 ouvriers et 2500 ouvrières.

Citons aussi nos ateliers de constructions mécaniques, si nombreux, si bien outillés, si bien conduits, confectionnant des chaudières, des wagons de chemins de fer, des locomotives, des charpentes métalliques, qui s'exportent partout. Tout récemment, dans l'adjudication de 80 locomotives pour la Roumanie, nous avons battu l'Allemagne ; celle-ci, pour des motifs spéciaux a eu la commande.

Mentionnons encore la soie artifficielle, industrie curieuse d'origine française, occupant plusieurs milliers de bras et ayant à Tubize une usine très importante ; et les allumettes, dont la fabrication est localisée à Gand et dans la région de Grammont. Il arrive aux fabriques d'allumettes belges de fournir la régie

française, qui vend à 10 centimes au public la boîte que le détail débite, chez nous, à sept dizièmes de centimes.

M. Izart ne dit rien non plus de nos établissements de crédit, industrie spéciale absolument nécessaire à notre activité industrielle et commerciale. Les banques belges ont à leur disposition :

Capital versé	388	millions
Réserves	165	»
Créances à court terme	1480	»
Créances à long terme	561	»
	2594	»

La puissance de l'outil valait la peine d'être signalée.

A la fin de son travail, M. Izart consacre quelques lignes à certaines œuvres d'assistance. Signalons au lecteur un livre admirable, *La Belgique charitable* (1) qui le renseignera sur le but et l'économie des 6315 établissements d'assistance ou œuvres de bienfaisance.

Si le succès de *La Belgique au travail* lui vaut une seconde édition, espérons, qu'avant de la publier, l'auteur voudra élargir son enquête, étudier notre législation sociale et se renseigner sur la part qui revient, dans notre prospérité économique, à l'action du Gouvernement que les Belges se sont donné depuis vingt-six ans. Ses préjugés tomberont devant les faits et il reconnaîtra que « le parti catholique au pouvoir » est autre chose qu'un « vieux restant de la domination religieuse espagnole ».

N. N.

XV

La Main-d'Œuvre a San-Thomé et a l'Ile-du-Prince, par Fr. Mantero. Un vol. grand in-8°, de 200 pp. avec nombreuses planches, tableaux et cartes hors texte. — Lisbonne, 1910.

Au Congrès d'Agriculture tropicale qui s'est tenu en mai dernier à Bruxelles, la très grave question de la main-d'œuvre agricole a été discutée, sans que l'on soit naturellement arrivé

(1) *La Belgique charitable*, par Ludovic S. Vincent, vicomtesse de Spoelbergh de Lovenjoul, nouvelle édition refondue et complétée par Mme Ch. Vloeberghs. Bruxelles, A. Dewit, 1904.

à des conclusions définitives, mais on a surtout mis en relief l'importance et la nécessité d'une étude rigoureusement scientifique de cette vaste question, d'après un plan établi internationalement. De futurs congrès reprendront cette question et, d'ici au moment de leur réunion, il sera possible à tous les intéressés de suivre, dans leurs argumentations parfois divergentes, les auteurs des très nombreux ouvrages qui ont paru récemment sur ce sujet.

Les Portugais ont tenu, surtout dans ces dernières années, à fournir des matériaux pour la solution de ce point noir de la colonisation, et le travail de M. Mantero constitue dans cet ordre d'idées une contribution importante, en même temps qu'il nous apporte une vraie monographie agricole de San-Thomé et de l'Ile du Prince, si riches par leur production cacaoyère.

On trouvera dans ce volume, illustré d'un très grand nombre de gravures hors texte, de cartes et de graphiques, des données spécialement intéressantes sur la culture du cacoyer et sur les progrès du commerce du cacao. Il y a à signaler, entre autres, les beaux graphiques de la production et de la consommation mondiales du cacao, dont l'étude comparée est très instructive.

Depuis 1900 les exportations du cacao de San-Thomé et de l'Ile-du-Prince ont été presque toujours croissantes, c'est en 1909 qu'elles ont atteint leur maximum en quantité et en valeur.

Le cacao et le café sont les deux produits les plus importants ; leur exportation se chiffre, depuis 1905, comme suit :

	Cacao	*Café*
1905	25 379 320 kg.	810 810 kg.
1906	24 477 060 »	1 378 760 »
1907	24 356 640 »	1 325 730 »
1908	28 728 000 »	1 610 700 »
1909	30 261 000 »	1 073 170 »

Encore, ces chiffres sont en dessous de la réalité ; car si l'on prend l'exportation totale des deux îles au lieu des arrivages à Lisbonne et à Funchal, on obtient, pour 1909, les nombres suivants :

	Cacao	*Café*
San-Thomé	29 206 587 kg.	1 314 044 kg.
Ile-du-Prince	2 395 832 »	1 006 »
	31 602 519 »	1 315 050 »

En 1908, d'après les statistiques, la consommation du cacao a atteint en Belgique plus de 4 500 000 kilos ; elle avait, il est vrai, atteint en 1906 et 1907 près de 6 000 000 de kilos, alors qu'en 1894 la consommation se chiffrait seulement par 1 000 000 de kilos ; depuis lors elle a augmenté régulièrement, en présentant un maximum de 1905 à 1906, où elle a passé de 3 000 000 à 6 000 000 de kilos.

C'est, après les États-Unis qui consomment environ 42 500 000 kilos de cacao, l'Allemagne qui affectionne le plus ce produit, sa consommation a atteint plus de 31 000 000 de kilos en 1908 alors que la France et l'Angleterre, dont la consommation s'équivaut à peu près, n'arrivent qu'à des chiffres oscillant autour de 21 000 000 de kilos.

É. D. W.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

HISTOIRE DES MATHÉMATIQUES ET DE L'ASTRONOMIE

Les opuscules mathématiques du Manuscrit latin 886 des Nouvelles Acquisitions de la Bibliothèque Nationale par H. Omont (1). — Ce petit volume de 185 feuillets de parchemin, mesurant 155 millimètres sur 100, est recouvert d'une ancienne reliure en parchemin blanc, avec ais en bois. Aucun ex-libris, aucune note n'indique sa provenance ancienne. On sait néanmoins par quelques lignes, tracées semble-t-il de la main de Nicolas Le Febvre, le précepteur de Louis XIII, sur un premier feuillet de garde à demi coupé, que le volume, avant de lui avoir appartenu, faisait partie, au XVIIe siècle, des collections d'un célèbre chanoine de Troyes, Nicolas Camuzat : « Hoc volumen fuit missum, anno 1609, decembri mense, a Nicolao Camuzaeo, Trecensi canonico. »

Dans son état actuel, il est formé par la réunion de cinq parties, nettement distinctes, copiées par des mains et à des dates différentes, qui peuvent varier de la fin du XIe à la fin du XIIe siècle. Seule la 5me et dernière de ces parties (ff^os 107 v°—185 v°) nous intéresse. C'est la plus ancienne. Elle renferme des opuscules mathématiques de Gerbert et de quelques-uns de ses commentateurs, notamment d'Hériger de Lobbes.

(1) *Notice sur le manuscrit latin 886 des Nouvelles Acquisitions de la Bibliothèque Nationale contenant différents opuscules mathématiques de Gerbert, un traité de Jean d'Argilly*, etc., par M. H. Omont. NOTICES ET EXTRAITS DES MANUSCRITS DE LA BIBLIOTHÈQUE NATIONALE ET AUTRES BIBLIOTHÈQUES, publiés par l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, t. 39, I^e part. Paris, 1910, pp. 1-15.

Bubnov, toujours si bien informé, à qui l'on doit la dernière et la plus complète édition des *Gerberti, postea Silvestri II papae, opera omnia* (Berolini, 1899, in-8°) n'a pas pu connaître ce manuscrit. Il se trouvait encore, en 1899, dans une bibliothèque privée et n'est entré que plus tard à la Bibliothèque Nationale. Le volume des NOTICES ET EXTRAITS DES MANUSCRITS DE LA BIBLIOTHÈQUE NATIONALE, où M. Omont le décrit était encore sous presse, quand le P. Lefebvre résumait pour la REVUE (1) l'œuvre mathématique des écolâtres belges du XIe siècle, Hériger de Lobbes, Francon de Liège, Ragimbold de Cologne, Adelbold d'Utrecht, Rodolphe de Liège, etc. Il importe donc de signaler le Manuscrit des Nouvelles Acquisitions. M. Omont l'analyse en détail, en indiquant les fragments qui ont déjà été donnés par Bubnov d'après d'autres *codices*, et en publiant lui-même les fragments restés jusqu'ici inédits, ainsi que les variantes importantes.

Pour l'histoire de l'origine du signe de la multiplication par Gravelaar (2). — C'est chaque fois même plaisir pour moi, que la lecture d'un nouvel article sur l'histoire des mathématiques écrit par le professeur de Deventer. Sa manière est si originale ! Et puis, la richesse et la sûreté de sa documentation vous permettent un contrôle si aisé de ses affirmations, quand, bien entendu, ce contrôle vous paraît nécessaire. Je fais intentionnellement cette dernière réflexion, les travaux de l'auteur se distinguant par une marque personnelle, qui rend le plus souvent le contrôle superflu. M. Gravelaar a l'habitude de multiplier les citations, soit en les traduisant, soit même en les donnant dans le texte original. Il a l'art de vous mettre constamment sous les yeux les passages sur lesquels il raisonne, et de vous donner par moments l'illusion de croire entendre les géomètres, dont il parle, eux-mêmes. J'en ai déjà fait ailleurs la remarque ; volontiers je la répète ici.

Il s'agit, dans l'article actuel, de l'origine du signe de la multiplication.

Le symbole de la multiplication ($\times$), avait dit autrefois M. Le Paige, dans son mémoire *Sur l'Origine de certains signes*

(1) *A propos d'une histoire des Mathématiques*, t. 67, Louvain, 1910, pp. 264-279, etc.

(2) *Over den oorsprong van ons maalteeken* ($\times$) door N. L. W. A. Gravelaar (Deventer) WISKUNDIG TIJDSCHRIFT. Zesde jaargang.

d'opération (1), a été introduit en 1631, par Oughtred, dans sa *Clavis Mathematica* (2). Il semble dû à l'habitude de se servir de barres de direction, pour indiquer que deux nombres doivent être combinés ensemble.

Telle est de nouveau la principale conclusion de l'article de M. Gravelaar.

Ici je ne puis me défendre d'une observation. Le professeur de Deventer connaît le mémoire de M. Le Paige, mais sans l'avoir lu ; c'est visible. Il en parle, mais par ouï-dire et d'après les *Vorlesungen ueber Geschichte der Mathematik* de Cantor (3). C'est regrettable. Nous possédons ainsi deux mémoires parallèles, dirais-je, sur un même sujet, écrits, je le veux bien, tous deux, par des maîtres de la science ; mais dont le second en date ne complète pas toujours le premier. L'exposé de M. Gravelaar eût gagné à prendre franchement, comme point de départ, le travail du professeur de l'Université de Liége ; à nous dire en quoi il se ralliait aux conclusions de son devancier, en quoi il croyait devoir les modifier. Cela manque parfois un peu de netteté. Au fond, dans les grandes lignes, les deux historiens, je le répète, sont d'accord ; il eût été d'autant plus utile de bien préciser les nuances où ils diffèrent.

Ceci dit, et c'était nécessaire, je n'ai plus que des éloges à

(1) Annales de la Société Scientifique, t. 16, Bruxelles, 1892, 2e part., pp. 70-83.

(2) M. Gravelaar cite la 3e édition : *Guilielmi Oughtred Artonensis, quondam Collegii Regalis in Cantabrigia Socii. Clavis Mathematicae Denuo Limata, Sive potius fabricata. Cum aliis quibusdam ejusdem Commentationibus, quae insequenti pagina recensentur. Editio tertia auctior et emendatior. Oxoniae. Excudebat Leon. Lichfield. Venenut apud Tho. Robinson. 1652.* J'en connais un exemplaire à la Bibliothèque Royale de Belgique (V. 4797).

La première édition est devenue rare. En voici le titre d'après l'exemplaire de l'Université de Louvain (Scienc. 565) : *Arithmeticae In Nvmeris Et Speciebvs Institvtio : Qvae Tvm Logisticae, Tvm Analyticae, Atque Adeo Totivs Mathematicae, Qvasi Clavis Est. Ad Nobilissimvm Spectatissimumque iuvenem Dn. Gvilelmvm Howard. Ordinis, qui dicitur, Balnei Equitem, honoratissimi Dn. Thomae, Comitis Arvndeliae & Srvriae, Comitis Mareschalli Angliae, &c. filium. Londini. Apud Thomam Harpervm M.DC.XXXI.* L'ouvrage n'a pas de nom d'auteur au titre, mais la dédicace à Guillaume Howard, comte d'Arundel, est signée : Guilelmus Ougtred.

La *Clavis mathematica* est un ouvrage célèbre à plus d'un titre. Peut-être n'a-t-on même pas mis jusqu'ici suffisamment en relief toutes les curiosités qu'il renferme. Je me propose d'y revenir prochainement, dans une communication à la première section de la Société scientifique.

(3) M. Gravelaar cite la 1e édit. Leipzig, Teubner, 1892. Préface, pp. IX-X.

adresser à M. Gravelaar. La conclusion principale de son travail est à retenir : La croix de St André employée comme signe de la multiplication est due à Oughtred. Nous le savions depuis le mémoire de M. Le Paige ; mais M. Gravelaar le confirme par des arguments nouveaux. Oughtred est absolument précis et clair. « Multiplicatio speciosa, dit-il, utramque magnitudinem propositam (jungit) cum nota *in*, vel ×, vel plerumque absque nota, si magnitudines designantur unica littera. La multiplication algébrique joint les deux grandeurs proposées, par le mot *in*, ou le signe ×, ou plus souvent encore (quand elles sont représentées par une lettre unique) sans les séparer par un signe quelconque (1). » Un traité moderne d'algèbre élémentaire pourrait encore employer aujourd'hui, à peu près, la même phrase ; Oughtred le faisait pour la première fois. M. Gravelaar rappelle ce passage, après quoi il nous explique l'usage du signe ×, celui de la grande croix de St André, et plus généralement même celui des barres de direction, chez Oronce Finé, Gemma Frisius, Cardan, Tartaglia, Ramus, Stifel, Clavius, Van Ceulen, Hérigone, Petri de Deventer, Chuquet, Stévin, Coutereels et Pitiscus ; j'en oublie, peut-être. C'est des plus intéressants.

Pedro Nunes, par Hammer (2). — Très courte notice biographique de huit pages à peine, mais méritant d'arrêter un instant l'attention. L'auteur nous y donne d'abord un résumé des travaux de Nunes, d'après M. Guimarães. Cette partie de son travail n'a guère plus d'importance qu'un simple compte rendu ; pour étudier l'œuvre de Nunes, il faut naturellement s'en référer plutôt aux *Mathématiques en Portugal* de M. Guimarães lui-même (3).

Puis M. Hammer se met à un point de vue particulier. Nunes, se demande-t-il, est-il l'inventeur du Vernier? Peut-on du moins lui faire l'honneur du premier essai graphique ou mécanique pour l'évaluation des très petites divisions d'arcs ?

La réponse à la première question est négative. Personne ne le conteste plus, et M. Guimarães lui-même en convient de bonne grâce. Mais l'historien portugais a cru pouvoir répondre affirmativement à la seconde. Il a même saisi cette occasion pour tâcher de rallier tous les savants à l'usage des géomètres alle-

(1) *Claris mathematica*, Ed. 1^a, p. 7 ; Ed. 3^a, p. 10.

(2) Pedro Nunes. ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN. ORGAN DES DEUTSCHEN GEOMETERVEREINS, t. 38, 1 mars 1909, pp. 177-184.

(3) Coïmbre 1909. J'ai rendu compte de cet ouvrage dans la livraison du 20 avril 1910 de la REVUE.

mands qui donnent, on le sait, au Vernier le nom de Nonius. « C'était, disait-il, dans un sens purement honorifique, analogue à celui qui a fait adopter le nom d'*ohm*, *watt*, *ampère* et autres analogues d'un usage courant. » Il s'agissait simplement de rappeler ainsi la mémoire de celui qui *le premier* imagina des procédés mécaniques pour la lecture des petites fractions d'arcs.

Eh bien ! même entendue en ce sens, la proposition de M. Guimarães ne serait pas, paraît-il, acceptable ; car d'après Scultetus (1), nous dit M. Hammer, Peurbach et Regiomontan usaient déjà de procédés graphiques pour ce genre de lectures, bien antérieurement à Pedro Nunes.

Où et à quel propos les ont-ils employés ?

M. Hammer ne nous le dit pas. Vérification faite, j'ai dû constater avec lui que Scultetus ne le dit pas davantage. Il reste donc là un point de bibliographie à tirer au clair. Mais le résultat de cette recherche dépasserait probablement les bornes d'un compte rendu. Aussi bien n'ai-je pas, pour le moment, sous la main tous les éléments nécessaires pour l'effectuer, car il ne semble pas qu'on puisse espérer résoudre le problème sans recourir aux manuscrits.

Le procédé Peurbach-Regiomontan est, encore aujourd'hui, beaucoup en usage. C'est notre *échelle des transversales*, ou si on le préfère, l'*échelle diagonale* des Anglais. Tycho-Brahé s'en servait couramment et lui dut le grand degré de précision qu'il a atteint dans ses mesures angulaires. Étant étudiant à Leipzig, Tycho en avait eu connaissance par l'un de ses professeurs du nom de Homelius. Mais ce dernier, ajoute le colonel Laussedat auquel j'emprunte ce renseignement, « ne savait peut-être pas lui-même qui en était l'auteur » (2).

Une remarque curieuse et assez inattendue.

Comparant le procédé Peurbach-Regiomontan à celui de

(1) *Gnomonice de solariis, sive doctrina practica tertiae partis astronomiae : Von allerley Solarien das ist Himmlischen Circuln vnd Vhren / Wie man dieselben an die auffgerichten Planicien oder Wende / Vnd in allerhand hole Instrument von den Planis Sphaericis vnd vermischten superficiebus zusammengesetzt kunstlich verzeichnen vnd representiren sol... Durch Bartolomaeum Scultetum Gorl. Der Astronomischen vnd Geometrischen Künsten besondern Liebhaber. Anno M.D.LXXII.*

A la fin : *Gedruckt vnd Aussgangen In kosten vnd verlegung / M. Matthiae Menii Dantiscani zu Gorlitz in Ober Lausitz / durch Ambrosium Fritsch Anno M.D.LXXII ;* f° Bij v° (Univ. de Louvain).

(2) *Recherches sur les instruments, les méthodes et le dessin topographiques*, t. I, p. 118. Paris, Gauthier-Villars, 1898.

Nonius, Scultetus s'exprime en termes rappelant spontanément à la mémoire ceux dont se sert M. Guimarães lui-même pour comparer les procédés Nonius et Vernier. Il n'hésite pas à proclamer hautement la supériorité du procédé Nonius. « Il convient cependant de remémorer celui de Peurbach et de Régiomontan, dit-il, de crainte qu'il ne tombe dans l'oubli et pour honorer le souvenir d'hommes aussi illustres que Georges Peurbach et Jean Régiomontan (1). »

La carte lunaire de Michel-Florent van Langren, conservée à l'Observatoire de Paris — A maintes reprises, dans mes études sur les travaux sélénographiques de Van Langren, je me suis plaint de devoir parler de cette carte sur de simples descriptions. La meilleure description ne vaut pas une carte médiocre. Je faisais le vœu de voir la rarissime gravure de l'Observatoire reproduite par la photographie. Ce souhait vient de recevoir, enfin, satisfaction. M. Puiseux, astronome à l'Observatoire de Paris, nous donne les PLENILUNII LUMINA AUSTRIACA PHILIPPICA de Van Langren à la page 85 de son volume intitulé *La Terre et la Lune* (2).

La carte de M. Puiseux réduit fort les dimensions de la pièce originale. Elle conserve néanmoins une clarté suffisante. A la loupe, les détails se distinguent même très nettement. A en juger d'après la photographie, l'exemplaire de Paris est plus fatigué que celui de Leyde. Une comparaison attentive impose une première conclusion : les deux exemplaires proviennent d'un même cuivre. Point d'hésitation possible ; les plus légères particularités de la forme des lettres, les traits les plus minimes du dessin

(1) La *Gnomonique* de Scultetus étant assez rare, je transcris ici le texte du passage auquel je fais allusion (f° Bij v°) :

« Solche angezeigte Form / den *Circulum* in Minuten zutheilen / haben vor zeiten im brauch gehabt die zwene fürtrefflichen *Mathematici* / *Georgius Purbachius* vnd *Ioh. Regiomontanus* / in welcher ehren vnd gedechtniss wir denn auch denselben *modum* allhie beschrieben / damit er auch zu vnsern zeiten nicht vergessen / sondern mehr in vbung bliebe / vnd im brauch erhalten würde. Wiewohl aber sind der zeit / vnd auch bey vnsern gedencken / andere wege vnd weisen erfunden worden / noch besser vnd eigentlicher die Instrument abzutheilen / ... Als vnter denen sonderlich einer ein Hispanus excellirt / *Petrus Nonnius Salaciensis* / ein subtil erfarner *Mathematicus* / welcher *An. 1542. Olysiponae* ein Buch hat aussgehen lassen *de Crepusculis*. etc. Darinnen vnter andern *prop. 3. modus exactiss. dividendi circulos in instrumentis* / auff angezeigte Form exponirt ist / ... »

(2) Paris, Gauthier-Villars, 1908.

sont identiques. Une seule différence pourrait sembler notable. Sur l'exemplaire de Paris, l'auteur a entièrement latinisé son nom. Le *Michael Florentius Van Langren* écrit en tête de la dédicace gravée au bas de la carte de Leyde est devenu *Michael Florentius Langrenus*. Mais c'est là une correction faite après coup sur le cuivre de la carte de Paris, ou si on le préfère sur celui de la carte de Leyde. Il importe peu de décider lequel des deux a été retouché.

Je ne puis quitter M. Puiseux sans lui exprimer un regret. *La Terre et la Lune* est un ouvrage d'excellente vulgarisation. Comme dans tout ouvrage de vulgarisation, les renseignements bibliographiques y sont, cela va sans dire, un peu sobres ; mais, sans les semer à profusion, l'auteur ne les évite pas. Pourquoi dès lors ne nommer aucun des travaux auxquels la carte de Van Langren a donné lieu, en ces dernières années? L'étude capitale de M. Wislicenus elle-même n'est pas mentionnée(1). Un ouvrage de vulgarisation n'est pas écrit pour les spécialistes. Un pareil silence n'expose-t-il pas le lecteur à ne pas soupçonner l'extrême intérêt du fac-simile qu'il a sous les yeux ?

La détermination des longitudes et l'histoire des chronomètres par Jean Mascart (2). — Arrêtons l'histoire du problème de la détermination des longitudes en mer par le moyen des horloges, aux premières années du XIXe siècle ; nous y distinguerons trois temps principaux.

En 1530, Gemma Frisius, professeur à l'université de Louvain, imagine la méthode. C'est l'objet du 18e chapitre de son petit traité *De usu Globi* (3). L'idée devait devenir féconde, mais au

(1) *Ueber die Mondkarten des Langrenus*, BIBLIOTHECA MATHEMATICA, 3e sér., t. II, pp. 384-391. Leipzig, 1901. — L'article a été traduit en français : *Les Cartes de la Lune de Langrenus*, BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ BELGE D'ASTRONOMIE, 7e année, pp. 39-47. Bruxelles, 1901-1902.

(2) *Jean Mascart, Docteur ès Sciences, Astronome à l'Observatoire de Paris. La détermination des longitudes et l'histoire des chronomètres. Détermination des longitudes. Étude sur les chronomètres.* Extrait du journal L'HORLOGER, 1910.

(3) *Gemma Phrysius de principiis Astronomiae et Cosmographiae, Deque usu Globi ab eodem editi. Item de Orbis diuisione, et Insulis rebusque nuper inventis. Vaeneunt cum Globis Louanii apud Seruatium Zassenum, et Antuerpiae apud Gregorium Bontium, sub scuto Basiliensi.* A la fin : *Ioan. Graphevs typis excudebat. Anno M.D.XXX. mense octob.* f° D² v°- (D³) r°. (Univ. de Gand). — Plus tard, dans d'autres éditions, ce chapitre devint le chapitre 19.

moment ou Frisius l'émit elle passa inaperçue ou peut s'en faut. L'art de l'horloger était encore dans l'enfance. Les constructeurs étaient incapables de livrer des instruments assez exacts pour permettre une application vraiment pratique du procédé du Géomètre de Dockum.

Un siècle et demi plus tard, en 1673, il en fut autrement. Dans son *Horologium oscillatorium* (1) Christiaan Huygens remplace le balancier circulaire, régulateur de la vieille horloge à poids, par un pendule dont le centre de gravité décrivait des arcs de cycloïde. Du coup l'horloge se transformait en appareil de précision. Mais, excellent au point de vue théorique, parfait pour les observatoires terrestres, l'instrument était délicat et ne pouvait être transporté à la mer. Les navigateurs continuaient à demander autre chose. Huygens et l'anglais Hooke eurent tous deux, vers la même époque, l'idée de conserver l'antique horloge (elle avait le mérite d'être solide) mais de l'améliorer, en donnant des oscillations isochrones au balancier régulateur à l'aide d'un ressort spiral. Cette deuxième période dura environ un siècle (2).

Cependant malgré l'isochronisme des oscillations du pendule de Huygens, la marche de son horloge restait sujette à une grave irrégularité. Par un temps froid, les aiguilles avançaient ; par un temps chaud, elles retardaient. Le pendule régulateur s'allongeait, en effet, sous l'action de la chaleur. Il fallait trouver la manière de *compenser* cet allongement, par exemple, en relevant le centre de gravité du pendule. Pour y arriver Graham songea au grand pouvoir de dilatation du mercure. Dans les Philosophical Transactions de 1726 (3), il décrivit un pendule où la lentille métallique était remplacée par une espèce de thermomètre à gros réservoir. Mais l'appareil supporta mal la mer,

(1) *Christiani Hvgenii, Const. F. Horologivm oscillatorivm, sive de motv pendvlorvm ad horologia adaptato demonstrationes geometricae. Parisiis, Apud F. Muguet... MDCLXXIII.*

(2) Dans l'*Horologium oscillatorium* de Huygens, il n'est pas question, on le sait, du balancier à ressort spiral. La première montre à échappement construite d'après les idées de l'illustre hollandais, le fut, à Paris, par Turet, en 1674. Quant à la première montre de Hooke, elle fut offerte à Charles Ier, roi d'Angleterre, en 1675, et portait l'inscription : Robert Hooke invenit, 1658, Tampion fecit, 1675.

(3) *A Contrivance to avoid the Irregularities in a Clok's Motion occasioned by the Action of Head and Cold upon the Rod of the Pendulum. By Mr. George Graham, Watch-Maker.* Philosophical Transactions, tom. XXXIV, janv., fev., 1726, London, 1728, pp. 40-44.

et le pendule de Graham eut peu de succès. On y est cependant revenu, de nos jours, pour les horloges astronomiques.

Au pendule à mercure, Harrison substitua le pendule à gril. Dans ce dernier, la verge unique du pendule primitif est remplacée par plusieurs tiges parallèles de deux métaux à dilatations inégales et agissant en sens contraires. Cette nouvelle horloge, mise à l'épreuve, fonctionna avec une régularité merveilleuse pour l'époque ; au bout d'un voyage de 156 jours, elle n'avait varié que de 54 secondes. Harrison publia la description de sa montre, en 1767 (1), et le parlement anglais lui accorda, à cette occasion, une récompense de 10 000 livres. De 1767, date la troisième période.

Telles sont les grandes lignes de l'histoire de l'horlogerie. Peut-être n'ont-elles rien appris de neuf à plus d'un lecteur, car on les lit un peu partout ; mais il m'a paru utile de les rappeler pour la clarté du sujet.

Et la France, dira-t-on, n'est-elle pas trop négligée dans ce tableau ?

C'est l'avis de M. Mascart, et il semble bien qu'il ait raison. Deux Français, ou soyons plus exact, un Français, Pierre Le Roy, et un Suisse naturalisé français, Ferdinand Berthoud n'y tiennent pas la place qui leur revient.

Le Roy et Berthoud furent des artistes d'une adresse manuelle hors de pair. Ce furent aussi des savants distingués, auteurs d'ouvrages de grand mérite. Berthoud notamment écrivit une *Histoire de la Mesure du temps par les Horloges* (2), chef-d'œuvre d'érudition faisant songer aux travaux historiques de Delambre.

Travaillant le même sujet, Le Roy et Berthoud, loin de s'entendre, se prirent de querelle. Ne nous en plaignons pas, ce fut tout bénéfice pour la science. Les deux rivaux redoublèrent d'ingéniosité, et leurs disputes attirèrent l'attention publique sur les nouvelles horloges. Quatre grands voyages maritimes furent entrepris pour en éprouver la valeur. C'est, en 1767, celui d'un amateur, le marquis de Courtanvaux. Il arma à ses frais la

(1) Traduit en français par le P. Pezenas sous le titre : *Principes de la montre de M. Harrison, avec les planches relatives à la même montre ; imprimés à Londres, en 1767, par ordre de MM. les Commissaires des Longitudes.* A. Avignon. Se vend à Paris, Jombert, 1767.

(2) *Histoire de la mesure du temps par les horloges, par Ferdinand Berthoud, mécanicien de la marine, membre de l'Institut national de France, et de la Société royale de Londres.* A Paris, de l'Imprimerie de la République. An X (1802, v. s.).

frégate l'*Aurore*, et l'Académie des Sciences nomma Pingré et Messier avec mission de coopérer aux observations et à la vérification des instruments.

L'*Aurore* mit à la voile au Havre, le lundi 26 mai, et après avoir visité les ports de la Hollande, y rentra le 28 août de la même année. Pingré publia le récit de l'expédition (1). Ce récit fut, soit dit en passant, très remarqué aux Pays-Bas, où on en conserva longtemps le souvenir. Je lis par exemple cette note de Van Hulthem, écrite sur la page de garde de son exemplaire, aujourd'hui à la Bibliothèque Royale de Belgique (2) : « Ouvrage intéressant pour les Pays-Bas, parce qu'il contient un juste éloge de la Hollande et une description bien faite des villes de cette province. »

Ce que Van Hulthem ne dit pas, c'est que Pingré semble y tomber de surprise en surprise. Il a les étonnements d'un Hollandais ou d'un Belge qui visiterait aujourd'hui le Japon ou l'Ile de Ceylan. C'est des plus amusant.

L'année suivante nous avons deux expéditions nouvelles, officielles cette fois. La première fait l'objet du *Voyage fait par ordre du Roi en 1768, pour éprouver les montres marines inventées par M. Le Roy, par M. Cassini fils. Avec le Mémoire sur la meilleure manière de mesurer le tems en mer qui a remporté le prix double au jugement de l'Académie Royale des Sciences ; contenant la description de la montre à longitudes présentée à Sa Majesté, le 5 août 1766. Par M. Le Roy l'aîné, horloger du Roi.* A Paris, ... chez Charles Antoine Jombert ... M.DCC.LXX.

Cassini montait l'*Enjouée*, frégate commandée par de Tonjoly, capitaine de vaisseau. Pierre Le Roy s'y embarqua pour y suivre lui-même la marche de ses montres. L'épreuve dura du 1er juin au 1er novembre. L'*Enjouée* partit du Havre, pour aller relâcher à St-Pierre, proche de Terre Neuve, puis passer de là à Cadix et aux côtes de l'Afrique.

La seconde expédition eut lieu à bord de la frégate l'*Isis* et

(1) *Journal du Voyage de M. le Marquis de Courtanvaux, sur la Frégate l'Aurore, pour essayer par ordre de l'Académie, plusieurs instrumens relatifs à la Longitude. Mis en ordre par M. Pingré, chanoine régulier de Ste-Geneviève, nommé par l'Académie pour coopérer à la vérification des dits Instrumens de concert avec M. Messier, Astronome de la Marine.* A Paris, de l'Imprimerie Royale. MDCCLXVIII.

(2) C'est l'exemplaire coté V. H. 14535. La Bibliothèque en possède encore d'autres du même ouvrage.

nous a été décrite dans le *Voyage fait par ordre du Roi, en 1768 et 1769, à différentes parties du monde, pour éprouver en mer les horloges maritimes inventées par M. Ferdinand Berthoud... Publié par ordre du Roi, par M. d'Ereux de Fleurieu, enseigne des vaisseaux de Sa Majesté...* A Paris, De l'Imprimerie Royale, MDCCLXXIII.

D'Eveux de Fleurieu, auteur de cette relation, avait commandé la campagne. C'était un savant distingué. Il donna au tome II de ce *Voyage* un « Appendice contenant diverses instructions sur la manière d'employer les horloges marines à la détermination des longitudes, avec des modèles de calcul relatifs à diverses opérations qu'on peut faire soit à terre, soit à la mer, pour vérifier leur régularité » (1). Berthoud, dans son *Histoire de la mesure du temps* (2), appelle, à plusieurs reprises, l'attention sur cet Appendice. C'est le plus ancien des écrits de ce genre. A ce titre, il est encore aujourd'hui bien intéressant à parcourir.

Pingré, adjoint en 1667 au marquis de Courtanvaux pour observer les montres de Le Roy sur l'*Aurore*, fut nommé en la même qualité pour éprouver celles de Berthoud sur l'*Isis*. La frégate en portait deux. Le constructeur les désignait sous les noms d'*horloge n° 6* et *horloge n° 8*.

Ces trois voyages sont connus. M. Mascart les rappelle. N'est-ce pas, du moins pour les deux premiers voyages, un peu trop sommairement ? Ce serait assez mon avis. L'auteur s'excuserait, il est vrai, en m'objectant qu'il écrit un simple article de vulgarisation. Il s'étend d'ailleurs beaucoup plus longuement sur la campagne de la *Flore*, le plus important des quatre voyages (1771-1772) (3).

La *Flore* était commandée par Verdun de la Crene, lieutenant de vaisseau. L'Académie des Sciences nomma trois commissaires pour suivre les expériences : Borda, Pingré et Granchain. C'était la troisième fois que Pingré faisait partie d'une mission

(1) Pages 406-613 et 5 tableaux de modèles de calculs, hors texte.

(2) T. 2, pp. 287-288 et 401-402.

(3) *Voyage fait par ordre du Roi en 1771 et 1772, en diverses parties de l'Europe, de l'Afrique et de l'Amérique, pour vérifier l'utilité de plusieurs méthodes et instrumens servant à déterminer la latitude et la longitude... par M. Verdun de la Crene, lieutenant des vaisseaux du Roi, commandant la frégate la Flore... le chevalier Borda, lieutenant des vaisseaux du Roi... et Pingré, chancelier de Sainte-Geneviève et de l'université de Paris, astronome-géographe de la marine...* A Paris, de l'Imprimerie Royale, 1778.

de ce genre. Outre plusieurs autres instruments de précision, la frégate portait deux montres de Le Roy et l'*horloge N° 8* de Berthoud.

Mais, malgré l'intérêt de ce voyage, il me faut abréger. Je transcris donc immédiatement la conclusion finale de M. Mascart :

« L'étude de ces voyages et de tous les vieux documents permet, aujourd'hui, de résoudre la question de rivalité entre Berthoud et Le Roy, querelle longue, très vive et mal éclaircie jusqu'ici.

» Berthoud fut un artiste incomparable, et on lui doit les premiers chronomètres dignes de ce nom ; c'est un précurseur hors ligne, mais il reste isolé, sans faire école. Si, au début, les montres marines de Le Roy sont inférieures à celle de Berthoud, en revanche, Le Roy imagine personnellement des perfectionnements mécaniques et il sait laisser derrière lui des élèves qui contribuèrent heureusement à la renommée de l'horlogerie française.

» La gloire de l'un n'enlève rien à l'autre. »

Les « vieux documents » auxquels M. Mascart fait allusion dans ce passage sont les archives de l'ancienne Académie de Marine, qui se trouvent aujourd'hui à la bibliothèque du port de Brest. Elles paraissent d'autant plus importantes que, pendant un demi-siècle d'une existence brillante et très active, l'Académie de Marine n'a publié qu'un seul volume de *Mémoires* (1). Les archives de l'Académie ont été utilisées jadis par Doneaud du Plan, dans une excellente suite d'articles publiés dans la Revue Maritime et Coloniale, de 1878 à 1882 (2). A plusieurs reprises, M. Mascart s'en est très heureusement inspiré pour son propre travail. Enfin, comme autre source de renseignements inédits, M. Mascart nous indique encore les *Comptes rendus manuscrits des séances de l'Académie des Sciences,* qui se trouvent à la bibliothèque de l'Institut, à Paris.

La future édition des Œuvres d'Euler (3). — Dans sa cir-

(1) *Mémoires de l'Académie Royale de Marine. Tome premier.* A Brest. Chez R. Malassis. Imprimeur ordinaire du Roi et de la Marine. M.DCC.LXXIII (Bibl. Roy. de Belgique. V. H. 20694).

(2) Publiée sous les auspices du Ministère de la Marine et des Colonies de France. Il serait trop long de donner ici les titres de tous ces articles.

(3) *Der Plan einer Gesamtausgabe von Leonhard Eulers Werken* von F. Sarasin und F. Rudio. Jahresbericht der Deutschen Mathematiker Vereinigung, t. 19. Leipzig, 1909, pp. 47-50, etc., etc.

culaire au public, la *Société Helvétique des sciences naturelles,* promotrice de ce projet grandiose, l'annonce en ces termes :

« Plus de soixante ans se sont écoulés depuis l'échange de lettres entre le grand mathématicien Jacobi et P. H. von Fuss, au sujet de la publication des *Œuvres d'Euler*. Jacobi y écrit entre autres, à la date du 28 février 1841 (1) :

» Ce serait vraiment une grande et belle action de la part de l'Académie de Saint-Pétersbourg, une entreprise glorieuse pour la Russie et digne de sa grandeur, qu'une édition des travaux d'Euler, par ordre des matières. »

Jacobi, on le sait, ne s'est pas contenté d'attirer l'attention sur l'importance de ce projet, de l'encourager avec toute la persuasion, tout l'enthousiasme dont il était capable ; il mit lui-même la main à l'œuvre, pendant plusieurs semaines, et prit la peine d'indiquer en détail, à son ami von Fuss, la manière de s'y prendre pour le mener à bien.

« Si Jacobi, dont la science pouvait à bon droit attendre des travaux de tout premier ordre, continue la *Société Helvétique,* si Jacobi sacrifiant son temps, ses forces, s'est occupé des *Œuvres d'Euler* avec tant de désintéressement, quel exemple ne donne-t-il pas à tous ceux que cela concerne ? Il leur montre le devoir qu'ils devraient prendre à cœur de remplir, et les engage à s'acquitter enfin d'une dette sacrée qui devrait être payée depuis longtemps. »

La publication des *Œuvres d'Euler*, ce rêve des mathématiciens, est aujourd'hui bien près de sa réalisation. Sous l'influence des manifestations qui ont eu lieu en diverses villes, et plus spécialement à Bâle, à l'occasion du 200e anniversaire de la naissance d'Euler, la Suisse entière a accueilli avec enthousiasme le projet de la réédition des *Œuvres* de son immortel Géomètre. Il appartenait à la *Société Helvétique des sciences naturelles* de prendre la tête du mouvement et de lui donner une direction pratique. Dans son assemblée annuelle, à Fribourg, le 29 juillet 1907, elle nomma donc une commission ayant pour but *d'étudier les voies et moyens à employer pour une publication des œuvres complètes d'Euler*.

D'emblée cette décision reçut l'approbation universelle.

Sur l'invitation du président de la commission suisse, la

(1) *Der Briefwechsel zwischen C. G. J. Jacobi und P. H. V. Fuss, über die Herausgabe der Werke Leonhard Eulers*, von P. Stäckel, und W. Ahrens. BIBLIOTHECA MATHEMATICA, 3e sér., t. 8, Leipzig 1907-1908, p. 239.

Société des mathématiciens allemands accepta de collaborer activement à l'entreprise et de la soutenir énergiquement. Une commission allemande fut nommée dans ce but.

Sans tarder, elle se mit en rapport avec la commission suisse.

Leur désir d'aboutir fut si vif, la direction donnée à leurs travaux si intelligente, leur effort pour vaincre les difficultés si énergique et si tenace, qu'on peut regarder la réussite du projet comme assurée. Aussi quelques renseignements complémentaires seront-ils, peut-être, bien venus du lecteur.

A la suite de calculs sérieux et après de mûres discussions, l'ensemble des frais de la publication a été estimé à 400000 francs environ. C'est énorme ! Il n'y a cependant pas lieu de trop s'effrayer. Grâce à la générosité de plusieurs riches Mécènes, et notamment des Académies des Sciences de Paris et de Saint-Pétersbourg, une bonne partie de cette somme est dès maintenant trouvée. La question financière peut être regardée comme résolue.

L'impression de l'édition a été confiée à la maison Teubner de Leipzig.

L'ouvrage complet aura 43 volumes de format in-4°, à 20 marks, soit 25 francs, le volume, *pour les souscripteurs*. Après la mise en vente des volumes le prix en sera sensiblement majoré. On le voit, à condition de souscrire d'avance, la dépense annuelle, même s'il paraissait plusieurs volumes par an, sera relativement minime. Les mathématiciens seront dès lors en droit d'exiger des bibliothèques dont ils sont les clients, qu'elles possèdent les Œuvres d'Euler. Nous ne savons que trop, en Belgique, quelles grandes lacunes on a le regret de constater aujourd'hui dans ces œuvres, même dans les plus riches de nos bibliothèques publiques !

Les œuvres d'Euler paraîtront sous le titre de *Euleri Leonardi Opera Omnia. Sub auspiciis Societatis Scientiarum naturalium Helvetiae. Edenda curaverunt F. Rudio, A. Krazer, et P. Stäckel.*

Elles seront divisées en trois séries, dont voici l'aperçu sommaire (1) :

1re Série. Mathématiques pures. — A. *Arithmétique et Algèbre*, 5 vol. ; I. Ouvrages didactiques, 1 vol. ; II. Mémoires sur l'arith-

(1) Le projet de distribution des travaux d'Euler en volumes est l'œuvre de M. Stäckel. Nous le donnons d'après son *Entwurf einer Einleitung der Sämtlichen Werke Leonhard Eulers*, mais en y introduisant les quelques légers changements qu'y apporte une réclame récente de la maison Teubner.

métique, 3 vol. ; III. Mémoires sur l'algèbre ; IV. Calcul des probabilités, Assurances. Les nos III et IV formeront ensemble 1 vol.

B. *Analyse*. 11 vol. ; I. Ouvrages didactiques, 4 vol. ; II. Séries, Produits infinis, Fractions continues, 2 vol. ; III. Intégrales, Première partie, 1 vol. ; 2e partie, Intégrales elliptiques, 1 vol. ; IV. Équations différentielles, 1 vol. ; V. Calcul des variations, 1 vol.

C. *Géométrie*, 2 vol. ; I. Géométrie élémentaire, Trigonométrie ; II. Applications géométriques du Calcul différentiel et intégral. Les nos I et II formeront ensemble 2 vol.

2e Série. Mécanique et astronomie. — A. *Mécanique*, 11 vol. ; I. Ouvrages didactiques, 2 vol. ; II. Principes de la mécanique ; III. Du point matériel. Les nos II et III formeront ensemble 1 vol. ; IV. Mécanique des corps rigides, 1 vol. ; V. Mécanique des corps élastiques, 2 vol. ; VI. Mécanique des corps liquides et gazeux, 1 vol. ; VII. Mécanique appliquée. Première partie. Ouvrages séparés, 1 vol. ; 2e partie. Mémoires de mécanique appliquée, 2 vol.

B. *Astronomie*, 5 vol. ; I. Généralités sur le problème des trois corps, 1 vol. ; II. Déterminations d'orbites, 3 vol. ; III. Astronomie sphérique, Parallaxe, Astrophysique, 1 vol.

3e Série. Physique. Ouvrages divers. Correspondance. — A. *Physique*, 4 vol. ; I. Acoustique, Chaleur, Magnétisme, 1 vol. ; II. Instruments d'optique, 3 vol.

B. *Ouvrages divers*, 2 vol. ; I. Lettres à une princesse d'Allemagne, 1 vol. ; II. Sujets divers, 1 vol.

C. *Correspondance*, 3 vol. Lettres à d'Alembert, Daniel Bernoulli, Jean Bernoulli, Nicolas Bernoulli, Goldbach, Lagrange, etc.

Euler a écrit la plupart de ses ouvrages en latin. Fallait-il les traduire en allemand ou les rééditer dans la langue originale ?

La question fit l'objet de discussions nombreuses, parfois fort vives. Le 23 février 1909, à l'unanimité de ses membres, la commission suisse décida de rééditer tous les travaux d'Euler dans la langue où l'auteur les avait écrits : les mémoires latins, en latin ; les mémoires français, en français ; les mémoires allemands, en allemand. C'était la seule solution digne de l'illustre géomètre. Le traducteur le plus fidèle laisse toujours une empreinte personnelle dans sa version. Or c'est un Euler intact, avec toutes ses délicatesses de pensée et ses nuances de style qu'il nous faut !

Les partisans d'une traduction de tous les ouvrages d'Euler en allemand n'avaient au fond qu'un argument méritant de fixer

l'attention. De nos jours, disaient-ils, beaucoup de géomètres ne savent plus le latin, et il faut vulgariser l'œuvre du maître.

Une œuvre de vulgarisation, comprenant 43 gros volumes in-4° remplis de mathématiques! Allons donc! Y a-t-on réfléchi? Les étudiants et les jeunes professeurs vont au plus pressé sans consulter les gros livres. La commission a cru que vouloir faire œuvre de vulgarisation était courir à un échec; qu'elle devait publier pour les princes de la science, sachant encore heureusement, la plupart, assez de latin pour comprendre Euler. Elle a bien fait (1).

L'Inventaire des œuvres d'Euler, par M. Eneström (2). — Cet *Inventaire* comprendra trois parties : 1° Classement des œuvres d'Euler, par date de leur publication. 2° Classement d'après la date de leur dépôt aux archives des Sociétés savantes. 3° Classement par ordre de matières.

Faut-il rappeler la nécessité de distinguer, chez Euler, les deux premiers classements? A sa mort, l'illustre savant légua à l'Académie de Saint-Pétersbourg un nombre de mémoires si considérable qu'il croyait fournir à cette compagnie, disait-il lui-même, de quoi lui permettre de publier chaque année, dans ses collections, pendant quarante ans.

Ce vœu fut exécuté au pied de la lettre. Tous les volumes de l'Académie continuèrent à renfermer des mémoires d'Euler, et les derniers parurent, année pour année, quarante ans après sa mort.

Mais au point de vue de l'histoire et des droits de priorité à l'invention, surgit à ce propos une grosse difficulté. Une découverte n'a d'influence sur la science que du jour où elle est divulguée. Faut-il regarder Euler comme l'auteur de certaines découvertes? Il les a réellement faites le premier. Le premier aussi il les a consignées dans des plis déposés aux archives des Académies. Mais elles n'étaient que filles du développement

(1) La thèse opposée à celle que je défends ici a été soutenue dans : *Latein oder Deutsch? Die Sprachenfrage bei der Herausgabe der Werke Leonhard Eulers*, von Dr. Wilhelm Ahrens in Magdeburg. Magdeburg, 1910. Kommissionsverlag von Karl Peters, 1 vol. in-8° de 76 pages. L'auteur a résumé dans cette brochure tous les arguments que l'on peut invoquer en faveur de l'édition allemande. Il se montre avocat plein de talent et de verve, mais avocat d'une mauvaise cause; il ne nous a pas convaincu.

(2) *Verzeichnis der Schriften Leonhard Eulers*. JAHRESBERICHT DER DEUTSCHEN MATHEMATIKER VEREINIGUNG. Leipzig, 1910.

normal de la science, et vinrent au monde à leur heure. Or les mémoires d'Euler n'ont souvent vu le jour que bien longtemps plus tard, et après que d'autres savants ont à bon droit pu se croire le père légitime de ces mêmes découvertes.

Les collaborateurs de M. Maurice Cantor ne parvinrent pas à se mettre d'accord sur ce sujet. Dans le 4e volume des *Vorlesungen ueber Geschichte der Mathematik*, M. Vivanti rattache à la science du XVIIIe siècle tout ce qu'a écrit Euler. Pour M. Cantor, au contraire, et pour ses autres aides, il ne faut attribuer à ce siècle que les ouvrages d'Euler imprimés avant 1800. Il ne nous appartient pas de prendre position dans le débat. Nous voulions uniquement indiquer la raison d'être des deux premiers classements de l'*Inventaire* de M. Eneström.

Au moment où nous écrivons, le premier des trois classements est seul publié. Il forme un volume de 209 pages in-8°, d'un texte serré, ne renfermant que des renseignements de bibliographie pure. Nous avouons l'avoir parcouru avec un sentiment de profonde admiration. Il faut être quelque peu du métier pour apprécier le travail, l'attention, la patience exigée par une entreprise de ce genre. Seul, peut-être, l'éminent directeur de la BIBLIOTHECA MATHEMATICA était capable de le mener à bon terme. Les éditeurs d'Euler lui en sauront le plus grand gré.

L'*Inventaire* comprend 863 numéros.

Jean Albert Euler, par Paul Stäckel (1). — Jean Albert, fils aîné de Léonard Euler, naquit à Saint-Pétersbourg, le 27 novembre 1734, et y mourut, le 6 octobre 1800. Il a signé de son nom des travaux remarquables. Je dis signé, car en est-il bien toujours l'auteur ? Précisons davantage, en est-il l'auteur principal ? Ne faut-il pas plutôt attribuer à son père les idées maîtresses qu'on y rencontre ?

Ce doute préoccupait déjà Jacobi.

Dans une lettre de mars-avril 1848, à Paul-Henri von Fuss, il lui demande s'il ne faudrait pas joindre la liste des travaux de Jean Albert à celle des œuvres de Léonard. « C'est là une question très importante, ajoute-t-il, car ils portent tous la marque de la collaboration paternelle. La chose vaudrait la peine d'être attentivement examinée (2). »

(1) Johann Albrecht Euler. Von Paul Stäckel in Karlsruhe. VIERTELJAHRSCHRIFT DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT IN ZÜRICH. 55e année, Zurich, 1910.

(2) *Der Briefwechsel zwischen C. G. J. Jacobi, und P. H. v. Fuss, über*

Oui la chose vaut la peine d'être examinée. On connaît le mode de travail de l'illustre aveugle. On sait à quel point il était entouré par la sollicitude affectueuse de ses proches. Quotidiennement peut-on dire, il leur dictait les résultats de ses profondes méditations. Aussitôt recueillies, elles étaient conservées avec une piété religieuse.

Mais quoi ? Dans l'intimité de ces communications, Léonard a-t-il toujours été à l'abri de la tendresse paternelle ? Au cours d'une dictée, Jean Albert n'a-t-il pas parfois émis une réflexion, voire même une critique, à la suite de laquelle Léonard lui aura dit : « C'est exact, signez vous-même, et publiez sous votre nom » ?

C'était la pensée de Jacobi, et voilà ce qui donne grand intérêt à la notice de M. Stäckel. Mais, que les mémoires signés Jean Albert Euler soient entièrement de lui, qu'il faille au contraire en attribuer une bonne partie à l'influence paternelle, peut-être n'importe-t-il pas autant que je veux bien le dire. Quel qu'en soit l'auteur principal et par eux-mêmes, ils ne manquent pas de valeur. A ce titre seul, ils méritent d'être sauvés de l'oubli. Leur bibliographie est donc utile en toute hypothèse.

M. Stäckel nous la donne sur le plan de l'*Inventaire* des Œuvres de Léonard Euler, par M. Eneström, dont nous venons de parler. Elle comprend 72 numéros. Une observation frappe tout d'abord. Du vivant de son père, Jean Albert s'occupe d'astronomie et de mécanique. Plus tard il ne publie plus que des observations météorologiques.

Ce n'est évidemment pas fait pour engager à s'inscrire en faux contre l'opinion de Jacobi. Voici, au contraire, qui la corrobore. Parmi les pièces écrites du vivant de Léonard je remarque sous le n° 39 :

Réponse à la question proposée par l'Académie royale des Sciences de Paris, pour l'année 1770. Perfectionner les méthodes sur lesquelles est fondée la théorie de la lune, de (sic) *fixer par ce moyen celle des équations de ce satellite, qui sont encore incertaines, et d'examiner en particulier si on peut rendre raison par cette théorie de l'équation séculaire du mouvement de la lune* (Recueil des pièces qui ont remporté les prix de l'Académie Royale des Sciences, t. IX, Paris, 1777).

die Herausgabe der Werke Leonhard Eulers. Bibliotheca Mathematica, 3e sér., t. 8. Leipzig, 1907-8, p. 281. « Eine sehr wichtige Frage wäre wohl, ob nicht die Arbeiten von J. Albert auch aufgenommen werden müssten, da sich annehmen lässt, dass alles bis auf die Ausarbeitung vom Alten ist. Es wäre gut dieses besonders ebenfalls zu veranschlagen. »

Dans la Préface, cet ouvrage est présenté à l'Académie, comme l'œuvre commune des deux Euler, père et fils. Nous le retrouvons dans l'*Inventaire* de M. Eneström, sous le n° 485.

Au point de vue qui nous occupe, voici peut-être encore plus curieux. C'est la pièce n° 31 du *Catalogue* de M. Stäckel, n° 418 de l'*Inventaire* de M. Eneström.

Theoria motuum lunae, nova methodo pertractata una cum tabulis astronomicis, unde ad quodvis tempus loca lunae expedite computari possunt, incredibili studio ac indefesso labore trium academicorum : Johannis Alberti Euler, Wolffgangi Ludovici Krafft, Johannis Andreae Lexell. Opus dirigente Leonhardo Eulero acad. scient. Borussicae directore vicennali et socio Acad. Petrop. Parisin. et Lond. Petropoli. Typis Academiae imperialis scientiarum, 1772. In-4° de (16) 775 pages et 1 planche hors texte. D'après les *Actes* de l'Académie de Pétersbourg, le mémoire lui fut présenté le 20 octobre 1768.

N'était-ce crainte d'abuser de la patience du lecteur, je multiplierais les remarques ; mais il est temps de clore ce BULLETIN.

La bibliographie de Jean Albert est précédée d'une courte notice historique sur la vie de l'auteur.

H. BOSMANS, S. J.

ASTRONOMIE

La Comète de Halley. — Le retour de la célèbre comète au périhélie n'a pas répondu, du moins dans nos contrées, à la curiosité surexcitée du public et a trompé les espérances des astronomes. C'est la conclusion la plus nette des multiples observations recueillies sur tous les points du globe.

L'événement le plus intéressant, à coup sûr, devait être le passage annoncé de la Terre à travers la queue de la comète. S'est-il produit ? C'est possible ; ce qui est certain, c'est qu'il n'en est résulté aucun mal, ce qui était à prévoir, et qu'on n'a pu en tirer aucune donnée nouvelle sur la constitution de ces astres errants. Combien cependant on espérait pouvoir faire d'intéressantes observations et avec quel soin on s'y était préparé !

On peut dire que, pendant la nuit du 18 au 19 mai et les jours suivants, le personnel de tous les observatoires du monde est

resté aux aguets ; or, si l'on parcourt les rapports publiés jusqu'ici sur les résultats obtenus, on constate que la plupart ont perdu leurs peines, soit que le mauvais temps ait contrarié les observations ou les ait rendues impossibles, soit que l'examen le plus attentif de la voûte céleste, de la surface du Soleil et des conditions atmosphériques, ne leur ait rien montré d'anormal.

Quelques-uns cependant ont été plus heureux, et signalent quelques faits intéressants.

A l'observatoire d'Uccle, on a noté que le matin du 19 mai le disque du Soleil semblait par instants se voiler. A notre connaissance, cette observation est unique. En général, les observateurs sont d'accord pour affirmer qu'ils n'ont rien remarqué de spécial sur la surface du Soleil, même au moment du passage de la partie la plus dense du noyau. D'autres phénomènes curieux ont été plus universellement observés ; c'est ainsi que M. Wolf, de l'observatoire d'Heidelberg, signale autour du Soleil couchant, le 19 mai et au cours de la journée du 20, un magnifique cercle de Bishop ; il a vu le même phénomène se produire autour de la Lune. Le crépuscule du 19 mai rappela ceux qui suivirent, en 1884, les éruptions du Krakatoa. A l'observatoire d'Uccle, MM. Lecointe et Philippot observent également, le 19 mai, vers 4 h. 1/4, un anneau coloré, d'intensité variable, et passant du rose au rouge ; le même jour à 1 h. 1/2 du matin, M. Casteels, assistant au même observatoire, remarque au N.-E. une bande lumineuse d'intensité assez notable. D'autres astronomes ont aperçu la même bande lumineuse ; au Washburn Observatory (Madison, Wisconsin, U. S.) M. Flint lui attribue une longueur de 70° avec une largeur de 5° à 6°. M. Marchand, directeur de l'observatoire du Pic du Midi, a fait des observations analogues ; il signale, en particulier, une bande lumineuse assez large, de couleur jaune orangé, dans la direction N.N.E., puis du NW. à l'est. « Cette bande, dit-il, n'est autre chose que l'un des phénomènes qui précèdent normalement le lever du Soleil ; cependant, c'est seulement lorsque l'atmosphère est chargée de poussières très fines et très élevées (comme en 1901 et 1903, après l'éruption de la Martinique), qu'elle prend une grande étendue et précède ainsi de deux heures le lever du Soleil. La Lune était entourée d'un cercle verdâtre (phénomène déjà observé en 1903) ; ce cercle a été revu et plus marqué les soirées du 19 et du 20. Le 19 une couronne analogue existait autour du Soleil, avec un diamètre de 2° à 3° ; elle était plus visible encore

les jours suivants et parfois colorée en rouge sur le bord, suffisamment pour frapper même des observateurs peu attentifs (1). »

Les poussières atmosphériques qui ont donné naissance à ces météores lumineux, ne sont peut-être pas étrangères à la comète ; mais on ne peut tirer de là une preuve certaine que la rencontre annoncée de la Terre et de l'astre chevelu a eu lieu. Aussi les astronomes ne sont-ils nullement d'accord ni sur la date de cette rencontre ni même sur sa réalité. D'après M. Wolf, d'Heidelberg, et M. Hartmann, de Göttingen, la Terre aurait traversé la queue dans l'après-midi du 19 ou, au plus tard, pendant la nuit du 20 ; d'après M. Eginitis, directeur de l'observatoire d'Athènes, qui a envoyé à l'Académie des Sciences de Paris une intéressante communication (2), la rencontre, *si elle a eu lieu*, n'a pu se produire avant le soir du 20 ; pour M. Millosevich, directeur de l'observatoire de Rome, aucun signe certain du passage de la Terre à travers la queue de la comète n'a été constaté.

M. Innes, directeur de l'Observatoire de Johannesburg, va plus loin encore : non seulement la Terre n'aurait pas traversé la queue de la comète, mais pareil phénomène serait impossible ; et cette manière de voir ne semble pas en désaccord avec les faits observés : du 19 au 22 mai on a, en effet, constaté qu'une seconde queue s'était formée ; M. Innes pense que sous l'influence d'une force répulsive émanée de la Terre et dont il ne définit pas la nature, la queue de la comète a dû se briser, l'un des fragments serait resté à l'Est dans le ciel du matin et serait allé en s'affaiblissant de plus en plus, tandis que l'autre fragment se montrait à l'Ouest dans le ciel du soir (3).

Sans être aussi catégoriques que M. Innes, plusieurs observateurs affirment que la rencontre a été fortement retardée, sinon rendue impossible, par suite de la courbure considérable de la queue de la comète. Tel est l'avis, entre autres, de M. Campbell, directeur de l'Observatoire Lick, qui a vu, le matin du 19 mai, la comète dans le ciel, à l'Est, la queue ayant au moins 140° de longueur, mais étant rejetée bien en arrière du rayon vecteur.

Le rapprochement des conclusions si diverses auxquelles sont arrivés les différents observateurs, projette, on le voit, plus d'ombre que de lumière.

(1) Comptes rendus, 30 mai 1910.

(2) Ibidem.

(3) Nature (Anglaise) 16 juin 1910 ; Bulletin de la Société belge d'Astronomie, août 1910.

Le spectacle que la comète nous a offert, dans nos contrées, rappelait mal celui de ses apparitions précédentes, aussi a-t-on émis l'idée que l'astre errant s'use au cours de ses voyages à travers l'espace et devient de moins en moins apte à nous émerveiller par l'éclat de sa chevelure et la longueur de sa queue. Mais l'aspect que présente une comète dépend tellement des circonstances dans lesquelles se font les observations, qu'il est prudent de ne pas s'y fier. Ainsi, cette année même et pour la comète de Halley, des observateurs mieux favorisés que nous par le climat, la latitude, l'état du ciel, ont affirmé que le spectacle a été vraiment magnifique : M. Mascart, par exemple, écrit que la comète, telle qu'il l'a vue à Ténériffe, était plus belle que celle de 1882, observée par lui en France, et nous savons par une correspondance venue du Maduré (Inde anglaise), que l'aspect de la comète, au milieu du mois de mai, était là-bas vraiment grandiose.

Si l'astronomie physique n'a guère profité de la dernière visite de la comète de Halley, l'astronomie mathématique au moins en a reçu un témoignage éclatant de la pénétration et de l'exactitude de ses calculs : fidèle au rendez-vous que les astronomes lui avaient fixé d'avance, la comète a de plus suivi très correctement la route qu'ils lui avaient tracée. Son retour a eu un autre avantage encore : celui de provoquer d'intéressantes recherches historiques sur les apparitions antérieures et sur la prétendue excommunication de la comète de Halley par le pape Calixte III, en 1456. Les réfutations de cette trop fameuse légende ont été péremptoires : il faut y renoncer. On ne s'y résigne pas sans peine dans un certain monde. Aussi, n'ayant rien à opposer à ces réfutations, on s'abstient d'en parler et on cherche à créer une diversion.

M. C. Flammarion a réuni et publié dans le Bulletin de la Société Astronomique de France (1) une longue et intéressante série d'observations de la comète de Halley au voisinage de son périhélie, en 1910; il s'est plu à y joindre d'ineptes cancans intentionnellement vagues au point de rendre tout contrôle impossible. « On m'écrit, raconte M. Flammarion, qu'en Bavière les paysans avaient organisé des processions, que dans certaines chapelles des messes ont été dites sans interruption, et que de

(1) Livraisons de juin et suivantes.

nouvelles processions ont été ordonnées » — où et par qui ? « pour rendre grâce au ciel d'avoir détourné la menace céleste. »

Ceci est plus précis : « Il paraît qu'une population fort dense massée sur l'admirable place Saint-Pierre (à Rome), tenait les yeux fixés sur la fenêtre de la chambre du Pape, et que le Cardinal Rampolla aurait ordonné de laisser ouverte, pendant toute la nuit du 18 au 19, l'immense basilique de Saint-Pierre, qui peut contenir 54 000 personnes. »

A Rome, comme ailleurs, bien des gens ont passé cette nuit à la belle étoile, sur les places publiques et à la terrasse des cafés. Quant à la foule massée sous les fenêtres du Pape et à l'ordre donné par le Cardinal Rampolla, nous pouvons affirmer sur le témoignage de ceux mêmes qui ont l'administration de Saint-Pierre, que tout cela est absolument faux.

Il en est de même, sans doute, de ce qui suit : « Un journal du matin ne publiait-il pas, le 19 mai, en première page, ce titre troublant : *les confesseurs ont été très occupés hier*. De pauvres vicaires succombaient de fatigue à entendre les pénitents. Et cette remarque s'applique non seulement à Paris, mais à la France entière, à l'Italie, à l'Espagne, à la plus grande partie de l'Europe. »

Nous avons interrogé des prêtres belges et étrangers : aucun n'avait rien vu, rien entendu dire qui pût fournir une base quelconque à ces calembredaines d'estaminet. Nos lecteurs peuvent poursuivre, autour d'eux, cette petite enquête, ils constateront avec nous que M. Flammarion s'est moqué de ses lecteurs.

C. G.

ETHNOGRAPHIE

L'homme fossile de la Chapelle-aux-Saints. — On a beaucoup parlé de la découverte de l'homme de *La Chapelle-aux-Saints* (Corrèze). Voici, au sujet de cette découverte, l'opinion de deux savants compétents.

Le premier, M. Boule, rédacteur en chef de la revue l'Anthropologie et directeur de la Section paléontologique au Muséum

d'Histoire naturelle de Paris, nous apprend (1) que l'homme fossile de la Corrèze provient d'une grotte située à 200 mètres environ du village de *La Chapelle-aux-Saints*, non loin de Vayrac, sur la ligne de Saint-Denis-près-Martel à Aurillac. L'altitude de la grotte est de 150 mètres, et on y pénètre par un orifice en forme de voûte surbaissée. C'est là que des ossements humains ont été recueillis par les abbés Bouyssonie et Bardon.

L'homme auquel ils appartenaient avait été déposé dans une fosse creusée, antérieurement au remplissage de la grotte, dans une couche de calcaire marneux ; l'outillage contemporain, récolté dans le gisement, se compose des types classiques du Moustier : la pointe et le racloir, accompagnés cependant de quelques types de St-Acheul d'une part, de véritables grattoirs et de quelques lames plus allongées et plus étroites que les pointes moustériennes, d'autre part. Bien qu'il s'y trouvât des os incisés, on ne put signaler la présence d'aucun instrument en os.

L'outillage permet donc d'attribuer le squelette à l'époque moustérienne.

L'étude de la tête surtout a fourni des données importantes. Le crâne est nettement néanderthaloïde. Quand on superpose les profils des calottes crâniennes du Néanderthal, de Spy et de la Chapelle-aux-Saints, en *norma verticalis* et en *norma lateralis*, ils coïncident pour ainsi dire et l'on peut constater mieux que par un long tableau de mensurations, l'homogénéité de cette série de calottes crâniennes.

M. Boule est arrivé par des observations judicieuses et des opérations très délicates à fixer la capacité crânienne de l'homme fossile de la Corrèze : il la ramène à 1626 centimètres cubes, et ce caractère de premier ordre le fait rentrer absolument dans le groupe humain, dans le genre *Homo*.

M. Boule superpose aussi les profils du crâne d'un chimpanzé, du crâne d'un Français actuel et du crâne de notre homme moustérien, suivant les lignes basio-nasales. Le crâne fossile est intermédiaire, tant au point de vue du développement de la face que du développement du cerveau ; mais si le crâne cérébral de l'homme fossile est plus bas, et si son front est rejeté plus en arrière que celui de l'homme actuel, en revanche, sa tête osseuse présente une différence considérable avec le crâne du singe, dont la face est projetée beaucoup plus en avant, et dont la

(1) L'ANTHROPOLOGIE, tome XX, pp. 257 et suiv., 1909.

partie cérébrale est beaucoup plus petite : il n'y a pas de rapprochement possible entre les deux crânes.

Dès lors, quelle conclusion se dégage de l'étude de M. Boule ? Il la résume lui-même dans les termes suivants :

« Par le squelette du tronc et des membres, comme par son squelette céphalique, le fossile rentre bien dans le groupe humain. Toutefois, il nous présente un mélange de caractères : les uns ne se retrouvent que chez les types humains actuels les plus inférieurs ; d'autres s'observent surtout chez les Anthropoïdes... »

Donnons maintenant la parole à M. l'abbé Breuil. Voici quelques lignes qu'il a consacrées à l'homme fossile de la Corrèze (1) :

« La vue de la tête, en excellent état, est vraiment impressionnante. Elle est très forte, de capacité cérébrale certainement supérieure à la moyenne actuelle. La calotte crânienne reproduit fidèlement les caractères connus dans les têtes de Spy, Néanderthal, Marcilly, Bréchamp ; peut-être sont-ils encore plus accentués : les arcades sourcilières, en bourrelets énormes, confluent entre les yeux ; derrière elles, fuit un front sans façade dont la courbe se continue jusqu'à l'occiput très saillant et projeté en arrière ; le crâne, très allongé, dolichocéphale, est fortement déprimé dans le sens vertical : par rapport à ses proportions horizontales, sa hauteur est très faible. Le trou occipital, par lequel la tête humaine repose sur la colonne vertébrale, est situé sensiblement plus en arrière que chez les races plus récentes, d'où nécessité d'une puissante musculature de la partie postérieure du cou, rendue encore plus urgente par le grand développement des os de la face et des mâchoires, dont le poids tirait la tête en avant. Sous les arcades formidables qui les prédominaient, les yeux de l'homme de la Chapelle-aux-Saints s'enfonçaient dans des orbites arrondis ; le nez devait être très large, épaté, car l'ouverture béante des fosses nasales dépasse de plus d'un tiers celle d'un Européen, de plus d'un quart celle d'un Australien. Sous les pommettes, point de fosses canines, la surface osseuse les continuant d'un seul plan jusqu'au bord de la mâchoire supérieure, fortement projetée en avant comme un museau. Ce détail inouï implique, dans le visage de notre

(1) *L'homme fossile de la Chapelle-aux-Saints*. Dans la REVUE DE FRIBOURG, janvier 1909. — Voir aussi, du même auteur : *Paléontologie humaine* ; dans la REVUE PRATIQUE D'APOLOGÉTIQUE, 5 août 1910.

homme, l'absence des deux rides symétriques qui, partant des ailes du nez vers le coin de la bouche, donnent à la physionomie humaine sa mobilité d'expression... La mâchoire inférieure, puissante, s'articule par d'énormes condyles au reste de la tête, et présente un menton fuyant en arrière comme sur les fragments déjà connus de la même race. Quant aux dents, à part quelques chicots, on n'en voit plus que la place, notre homme, âgé, les avait perdues : les canines étaient faibles, tout humaines ; les molaires, larges et vigoureuses, se rangeaient, non plus en arc de cercle, comme dans les races élevées, mais très nettement en deux lignes parallèles, formant avec les incisives un rectangle ; par là aussi, l'homme de la Chapelle-aux-Saints se place plus bas que toutes les races connues, même les plus inférieures, où cependant une disposition analogue, quoique très atténuée, se constate...

» Les conclusions à tirer de cette découverte sont l'existence d'une race humaine fossile, bien caractérisée, analogue à plusieurs égards à la race actuelle des sauvages de l'Australie, mais plus inférieure encore. La découverte de la Chapelle-aux-Saints ne fait d'ailleurs que confirmer et compléter d'une manière éclatante les faits déjà connus à ce sujet ; une autre trouvaille française, qui vient d'être faite, renforce encore le fait acquis.

» Cette race, dite de Spy et de Néanderthal, vivait en Europe à l'époque où dans nos pays régnait un climat froid et humide, où les derniers glaciers s'étendaient encore loin des montagnes ; elle vivait de la chasse des grands herbivores, mais aussi ne craignait pas de s'attaquer aux plus grands fauves, au grand ours et au mammouth avec de simples épieux à pointe de silex taillé ; on retrouve en maintes cavernes les foyers éteints autour desquels les os cassés, les silex taillés accumulés redisent au chercheur le genre de vie de leurs habitants... »

Les fonds de cabanes de la Hesbaye. — M. De Puydt vient de condenser dans une étude d'ensemble les nombreux mémoires qu'il a consacrés aux célèbres fonds de cabanes de la Hesbaye (1). Il y traite plusieurs points intéressants.

Ces fonds de cabanes sont des excavations de forme ovale, renfermant le plus souvent un foyer et que surmontait un abri

(1) *Considérations générales sur les Fonds de cabanes néolithiques de la Hesbaye*, dans ANNALES DE LA FÉDÉRATION ARCHÉOLOGIQUE ET HISTORIQUE DE BELGIQUE. — XXIe session. Congrès de Liége, 1909.

conique servant d'habitation. Sous la couche de terre végétale on relève, dans ces fosses arrondies, des masses de terre plus ou moins noirâtre, avec fragments de bois brûlé et de blocs d'argile rougie par le feu. Le tout est mélangé aux restes d'une industrie lithique, et aux tessons d'une céramique ornementée.

Ces cavités, qui sont déjà au nombre de plus de 190, pour neuf agglomérations, ont en moyenne une longueur de 3 à 4 m., une largeur de 2 à 3 m. et une profondeur de 0,m80 à 1 m.

Les matières premières de l'industrie de la pierre sont le silex du massif crétacé du Limbourg, les grès du terrain houiller, le grès Rhénan, le psammite du Condroz et le trachyte de Bonn.

L'outillage lithique se compose de couteaux, de scies, de grattoirs en forme de lame taillée sur une seule face, de poinçons et de burins. On constate l'absence assez déconcertante de haches polies, de pointes de flèches à ailerons et de grattoirs discoïdes.

Enfin, on y trouve de la poterie grossière et de la céramique décorée, façonnée d'une pâte plus fine.

Sans nous attarder à la classification des archéologues allemands en poterie cordée et en poterie rubanée, il est facile de discerner deux classes de poterie décorée.

Tous les motifs d'ornementation se composent d'un ensemble de lignes au pointillé ou à tracé linéaire, et le plus souvent les creux sont remplis d'une substance blanche. Il suffit de consulter la monographie de M. Schliz sur le fameux village néolithique de Grossgartach (1) et de jeter un coup d'œil sur les tables IX et XI, qui accompagnent ce travail, pour distinguer immédiatement deux classes de poterie décorée : lorsque le galbe des vases devient plus élégant, la décoration présente des figures géométriques plus finement conçues, plus artistement exécutées (tabl. XI) ; si le galbe des vases est plus simple, la décoration est plus grossière ; les points et les tracés linéaires sont moins soigneusement façonnés et présentent un ensemble de figures plus vulgaires, à contours moins gracieux (tabl. IX). La céramique de la Hesbaye appartient à cette dernière classe, au type moins artistique, qui se voit, à Grossgartach, à côté de la poterie décorée plus fine et plus belle.

Peut-on déduire de l'absence de haches polies et de la céramique la mieux ornée, que la civilisation néolithique de la Hesbaye est antérieure à celle des cités lacustres, plus riches ?

(1) A. Schliz. *Das steinzeitliche Dorf Grossgartach*. Stuttgart, 1901.

Nous ne le pensons pas. Il nous semble que les différences observées ne peuvent servir de base à des déductions d'ordre chronologique. Elles nous paraissent simplement dénoter une civilisation plus pauvre, à ressources plus chétives, qui peut avoir été contemporaine de la civilisation robenhausienne.

Homo mousteriensis Hauseri. — L'homme du Moustier fut découvert par M. Hauser, de Bâle, dans la grotte inférieure du Moustier (Dordogne), dans une tranchée qu'il avait fait creuser perpendiculairement à l'entrée de l'abri (1).

A une profondeur de 25 centimètres il avait recueilli des éclats de silex, avec des instruments bien travaillés : à des niveaux différents, correspondaient des pièces différentes. Le squelette, remarqué le 7 mars 1908, fut dégagé le 12 août 1908, par M. Klaatsch.

Quelles preuves possède-t-on de la haute antiquité, de la grande valeur scientifique de ce squelette ? On en donne deux : L'homme du Moustier avait été inhumé avec 84 silex, rencontrés à proximité du crâne ; parmi ces silex, il en est 74 que leur technique ne permet pas de définir et 10 qu'on a pu déterminer nettement. Voici comment M. Hauser s'exprime au sujet de ces derniers : « Nous avons un petit grattoir, trouvé à la base du crâne ; deux petites pointes logées tout contre le crâne ; un couteau bien tranchant, sous l'occiput ; un compresseur en pierre destiné à faire les retouches, sous la mâchoire inférieure ; un joli petit grattoir en cristal de roche, devant la moitié droite de la mâchoire inférieure ; un silex portant plusieurs encoches, contre l'humérus droit ; deux pièces particulièrement bien travaillées : grand coup de poing et racloir, et un silex avec encoches, sorte de racloir, près de la mâchoire inférieure. » La présence du coup de poing indique une époque de transition entre l'Acheuléen et le Moustérien.

La seconde preuve est moins péremptoire.

On n'a pas relevé la présence de la faune de cette époque, comme ce fut le cas à Krapina ; mais comme le niveau ne contenait aucun os de renne, la conclusion qui se dégage c'est que le squelette est plus ancien que le crâne de Spy, qui lui était accompagné des ossements du renne.

On possède actuellement comme représentants de la race du

(1) Hauser. *Homo mousteriensis Hauseri* dans L'HOMME PRÉHISTORIQUE, janvier 1910, p. 1.

Néanderthal, l'homme du Moustier et l'homme de Krapina, qui sont nettement moustériens ; l'homme de Spy et l'homme de la Corrèze qui ont été relevés dans une zone moustérienne, plus récente ; le squelette du Néanderthal et le crâne de Gibraltar, que l'on ne peut situer dans un niveau déterminé du Quaternaire.

M. Klaatsch a déjà publié (1) plusieurs études pour prouver que l'homme du Moustier présente tous les caractères de la race du Néanderthal. Voici une de ses conclusions : « Le prognathisme du jeune homme du Moustier est aussi accentué que celui que présentent les crânes australiens et qui était le plus fort que j'eusse encore rencontré dans un crâne humain. »

On peut voir le moulage du crâne de l'homme du Moustier au Musée d'Histoire naturelle de Bruxelles (2). Il est curieux de lire la notice dont M. Rutot accompagne cette exposition. Il rapproche cette tête des crânes anciens que M. Klaatsch a rapportés de l'Australie et dont la même vitrine du Musée de Bruxelles contient trois spécimens intéressants. M. Rutot se plaît à y voir des éolithiques et même des pré-éolithiques : l'homme du Moustier ne serait pas un Moustérien proprement dit, mais un descendant des éolithiques, ayant gardé la mentalité stagnante de ses ancêtres, et contemporain des Moustériens.

L'Aurignacien. — Dans un article solidement documenté, M. l'abbé Breuil revient sur la question de l'Aurignacien (3), phase du Paléolitique supérieur, qu'il faut intercaler entre le Moustérien et le Solutréen. Voici la conclusion de sa remarquable étude :

« Au terme de ce second mémoire sur l'âge présolutréen de l'industrie, ou mieux des industries successives de l'Aurignacien, nous jetterons un coup d'œil rétrospectif sur le chemin parcouru. Ce ne sont plus seulement les huit gisements de La Ferrassie (Dordogne), Pair-non-Pair (Gironde), Brassempouy

(1) H. Klaatsch. *Neueste Ergebnisse der Paläontologie des Menschen*, dans ZEITSCHRIFT FÜR ETHNOLOGIE, 1909. Heft III und IV ; *Preuves que l'Homo Mousteriensis Hauseri appartient au type du Néanderthal*, dans L'HOMME PRÉHISTORIQUE, Janvier 1909 ; *Homo Mousteriensis Hauseri. Ein altdiluvialer Skelettfund im Departement Dordogne und seine Zugehörigkeit zum Neandertal Typus*. ARCHIV FÜR ANTHROPOLOGIE. N.F.VII Bd. Heft 4, pp. 288-297.

(2) Préhistoire. Salle des comparaisons. Dans la première vitrine du coin, à droite.

(3) H. Breuil. *L'Aurignacien Présolutréen*, dans REVUE PRÉHISTORIQUE, 1909, nos 8 et 9.

(Landes), Solutré (Saône-et-Loire), Arcy-sur-Cure (Yonne), Spy, Pont-à-Lesse et Goyet (Belgique), dont la stratigraphie confirme la théorie de Lartet, Dupont et Piette, devenue aujourd'hui la mienne, après avoir été défendue aussi par E. Cartailhac. Depuis deux années, les gisements du Roc de Combe-Capelle, du Rut, de Laussel (Dordogne), de Planchetarte (Corrèze), de Roc de Sers (Charente), de Sirgenstein et de Ofnet (Allemagne) sont venus apporter leur appoint dans le même sens. Plusieurs gisements d'Espagne paraissent bien aussi donner les mêmes résultats. On peut donc aujourd'hui conclure que la situation stratigraphique de l'aurignacien entre le moustérien et le solutréen est un des faits chronologiques les plus certains du paléolithique supérieur, et que peu de successions d'époques reposent sur autant d'observations décisives.

« Nous avons vu qu'il ne restait plus rien du document unique qui semblait contraire aux précédents, et que certains raisonnements théoriques qu'on s'efforçait d'opposer à ma thèse ne correspondaient pas à ce qu'une étude consciencieuse des outillages moustériens, aurignaciens et solutréens démontrait.

» On peut, désormais, apercevoir les premiers indices précurseurs de l'aurignacien, travail de l'os et taille particulière du silex, poindre dans le moustérien supérieur, ainsi que les beaux travaux du Dr H. Martin l'ont établi. L'aurignacien typique se différencie par étapes assez rapides, crée les types de silex qui se perpétueront dans le reste de l'âge du renne, et fraie la voie au solutréen auquel il passe petit à petit. »

Certaines notes de l'opuscule de M. l'abbé Breuil nous révèlent des détails piquants sur les singuliers procédés usités par quelques savants. Citons ces quelques lignes que nos lecteurs ne manqueront pas de savourer :

« M. Peyrony avait envoyé au Congrès de l'Association Française, une note sur la fouille du gisement aurignacien du Rut. M. de Mortillet, qui présidait la XIe section en l'absence du Président indisposé, l'avait classée, pour plus de sûreté, dans les communications à ne pas lire. M. E. Cartailhac, soupçonnant le fait, l'en exhuma et en donna lecture. M. A. de Mortillet ne trouva d'autres réponses à faire aux constatations de M. Peyrony que de les traiter de *singeries*. Ce à quoi M. Cartailhac répondit qu'il y avait singerie et singerie et qu'il y en avait une à la portée de tout le monde, qui consistait à s'esquiver, lorsqu'on était prié de venir, sur le terrain, constater un fait qui vous gêne... On peut lire, dans le compte rendu anonyme du congrès de

Clermont (L'Homme préhistorique 1908, p. 278), cette phrase où se reconnaît le style de M. A. Mortillet, sur la fouille du Rut : « Fouille faite avec l'idée préconçue de démontrer que l'aurigna- « cien est antérieur au solutréen, ce qui lui enlève toute valeur ». Voilà ce qui s'appelle chercher à s'éclairer : invité à contrôler, M. de Mortillet s'y refuse, et ensuite il accuse les fouilleurs de parti pris. *Suum cuique,* cette accusation retombe sur celui qui l'a formulée, sans même en prendre la responsabilité publique. »

La mandibule de l'Homo Heidelbergensis. — Nous avons pu voir au Musée d'Histoire naturelle de Bruxelles (1), le moulage de la mandibule de l'*Homo Heidelbergensis,* trouvée dans les sablières du village de Mauer, situé à dix kilomètres de Heidelberg. Enregistrons les avis que les savants émettent sur cette mâchoire, remarquable par sa forme et par les conditions du gisement dont elle a été extraite et amenée au jour d'une profondeur de 24 mètres. Voici quelques détails, empruntés à l'analyse (2) que M. Laloy a consacrée au mémoire de M. Schoetensack : *Der Unterkiefer des « Homo Heidelbergensis » aus den Sanden von Mauer bei Heidelberg* (3).

« Les sables de Mauer sont connus depuis longtemps des géologues à cause de leur richesse en fossiles. On les attribue en général au début du Quaternaire ; mais certaines espèces sont nettement pliocènes, de sorte que le fossile découvert par M. Schoetensack est certainement le débris humain le plus ancien connu, et dont la position stratigraphique ait été exactement déterminée...

» La faune de Mauer a les analogies les plus étroites avec celle de Mosbach. Les deux gisements présentent des relations avec les forest-beds préglaciaires du Norfolk et avec le Pliocène supérieur du Sud de l'Europe. C'est en particulier *Rhinoceros etruscus* et le Cheval, qui sont nettement pliocènes, tandis que les autres fossiles peuvent en majeure partie être rapportés au diluvium le plus ancien...

» Si cette mâchoire avait été trouvée sans dents, on aurait eu quelque hésitation à l'attribuer à l'espèce humaine. En effet, elle frappe par son apparence massive, par la grande largeur de ses branches montantes et par l'absence complète de menton. Mais les dents sont bien humaines ; notamment les canines ne sont

(1) Dans la vitrine mentionnée plus haut.
(2) L'Anthropologie, t. XX, p. 81, 1909.
(3) W. Engelmann, Leipzig 1908.

pas plus saillantes que les dents voisines. Ces dents sont grandes, et peuvent être comparées à celles des Australiens actuels. Mais elles sont petites comparativement aux dimensions de la mandibule. Il en est ainsi surtout de la troisième molaire, dont les dimensions sont bien plus faibles que celles des autres, quoique à ce niveau le corps de la mandibule ait une largeur de 23,5 millimètres, qu'on n'a jamais observée sur une mâchoire humaine. Il y aurait d'ailleurs place pour une quatrième molaire en avant de la branche ascendante.

» Toutes les dents sont fortement usées ; les molaires du côté gauche ont été brisées en dégageant l'os de sa gangue sableuse. Cet accident a permis de constater que la cavité pulpaire est très ample et ses parois relativement minces. Étant donnée la forme massive de l'os, on se serait attendu à trouver des dents à parois plus épaisses. La différence, avec les cavités pulpaires des dents des races actuelles est assez importante. Trueb a trouvé pour la première molaire, un diamètre moyen de 4,8 millimètres. Sur le fossile la cavité pulpaire de cette dent a 5,7 millimètres dans le sens linguo-buccal, et 6,3 millimètres, dans le sens médiodistal...

» A l'exception de la troisième molaire gauche, toutes les molaires ont cinq tubercules. On sait qu'il en est de même sur la mâchoire de Krapina...

» L'absence de menton est complète : si on oriente le plan de mastication horizontalement, la ligne du profil de la symphyse est dirigée en bas et en arrière et décrit une courbe ; les incisives elles-mêmes ont leur racine courbée en arrière. Si on place la mâchoire sur un plan horizontal, on s'aperçoit que les parties latérales du corps s'y appuient seules. Il y a sous la partie médiane un espace vide de 5 centimètres de largeur. C'est l'échancrure sous-mentale que Klaatsch a décrite sur des mandibules d'Australiens ; elle est en rapport avec l'insertion du muscle digastrique...

» Les branches ont jusqu'à 60 millimètres de largeur, tandis que sur les mâchoires d'Européens actuels on trouve une moyenne de 37,4. Leur hauteur n'est guère supérieure à leur largeur : 66,3. L'angle qu'elles forment avec le corps de l'os est de 10°. L'échancrure semi-lunaire est très faiblement marquée. L'apophyse coronoïde est obtuse, ses bords sont arrondis. La surface articulaire du condyle est très étendue. Tous ces caractères sont très différents de ce qu'on observe sur les races humaines actuelles.

» Dans les mâchoires d'anthropoïdes, notamment dans celle du Gorille, la partie alvéolaire est fortement prolongée en avant et le diamètre medio-distal des molaires et des prémolaires subit une augmentation concomitante. La mâchoire se rétrécit, ses deux moitiés deviennent parallèles, la branche montante augmente de hauteur et l'apophyse coronoïde s'élève un peu au-dessus du niveau du condyle. L'échancrure semi-lunaire est bien marquée ; il n'y a pas d'incisure sous-mentale. En somme, *Homo Heidelbergensis* présente des caractères plus primitifs que les mâchoires des Anthropoïdes ; il ne leur est supérieur que parce qu'il ne se projette pas en forme de museau et que sa courbe dentaire est parabolique.

» La mâchoire de Heidelberg peut être rapprochée de celle de la Naulette, qui est également de forme massive et dépourvue de menton. Mais dans celle-ci la grandeur des alvéoles des molaires augmente de la première à la troisième. La mâchoire de Spy I est robuste, mais sans atteindre les dimensions de celle de Heidelberg : elle n'a que 13 millimètres d'épaisseur au niveau du trou mentonnier, au lieu de 18,5 ; 16 millimètres en arrière des molaires, au lieu de 23,5. Il n'y a pas chez elle de dysharmonie entre les dimensions de l'os et celles des dents. En revanche cette mandibule présente une incisure sous-mentale ; mais la région mentale est aplatie et non arrondie comme chez *Homo Heidelbergensis*. En somme, celui-ci semble être un stade ancestral de la mâchoire de Spy I. On peut le caractériser comme prénéanderthaloïde... »

M. Boule a adapté cette mâchoire au crâne de l'homme de la Chapelle-aux-Saints ; à notre humble avis, elle pourrait remplacer la mandibule des anciens Australiens, dont nous avons parlé plus haut, à laquelle elle ressemble beaucoup, et elle pourrait très bien s'ajuster au crâne si volumineux de l'homme du Moustier, auquel elle est apparentée par son épaisseur.

Quant aux conditions du gisement, elles nous disent peu de chose. Quels renseignements nous apportent-elles sur le milieu dans lequel cet homme a vécu ? Quels vestiges nous ont-elles conservés de sa civilisation primitive et de son industrie rudimentaire ? — Aucuns. Elles ne peuvent dès lors, servir à le dater, à nous fixer sur son antiquité.

La station de Krems. — M. l'abbé Obermaier a consacré un travail des plus intéressants à la station paléolithique du Hundssteig de Krems, trouvée dans les terrasses du *löss* ; elle recouvre

la pente qui s'étend entre les murs de Krems et la rivière du même nom et elle fut explorée au cours de travaux exécutés de 1893 à 1904. On n'y a pas recueilli moins de 20 000 silex. Les lames et les grattoirs sont du type aurignacien le plus caractéristique. La faune y est représentée principalement par *elephas primigenius*, *equus caballus* et *rangifer tarandus*. Le domaine des chasseurs de mammouths des temps aurignaçiens s'étend, d'après les dernières découvertes, de la Syrie et du Nord de l'Afrique jusqu'en Espagne, et des bords de la Méditerranée jusqu'en Belgique, l'Allemagne centrale, l'Autriche, la Pologne et la Russie méridionale. Des coquilles de limaçons, percées d'un orifice servaient de grains de collier : on en a recueilli un nombre considérable à Krems. Une particularité à noter, c'est que certaines espèces provenaient des rivages de la Méditerranée, entre autres les exemplaires suivants : *Cyclonassa neritea L. sp.*, *Clanculus corallinus* Gmelin sp., *Columbella rustica*. Ce fait ne laisse-t-il pas entrevoir que le courant des migrations du paléolithique supérieur partait des bords de la Méditerranée et ne confirme-t-il pas l'opinion de ceux qui présument que les dolichocéphales paléolithiques sont d'origine africaine (1) ?

J. Claerhout.

SCIENCES MÉDICALES

Du traitement des plaies par la teinture d'Iode. — Le professeur Reclus a fait dernièrement à l'Académie de Médecine de Paris une communication intéressante sur la stérilisation des plaies par la teinture d'Iode.

Cette méthode, employée surtout pour les mains, est merveilleuse : elle a permis de mener à bien des plaies qui sans elle auraient fatalement suppuré et auraient laissé une impotence fonctionnelle. Nous avons eu personnellement plusieurs cas de ce genre.

Cependant le procédé n'est pas neuf. Déjà depuis plusieurs années des chirurgiens, et non des moindres, recommandaient

(1) *Die Aurignacienstation von Krems*, dans Jahrbuch für Altertumskunde herausgegeben von der K. K. Zentral-Kommission für kunst-und Historische Denkmale. Band III, 1909, p. 129-148.

de badigeonner à la teinture d'iode le champ opératoire avant une intervention sanglante.

Depuis longtemps les vétérinaires s'en servaient pour panser les plaies des bêtes confiées à leurs soins.

La technique seule est un peu changée : le badigeonnage doit être fait sans aucun lavage préalable à l'eau de savon ; l'eau, gonflant l'épiderme, obstrue les pores de la peau et empêche la teinture d'Iode de pénétrer et d'agir en profondeur.

Il faut badigeonner largement la plaie et les environs, cinq à six minutes avant l'intervention, et rebadigeonner immédiatement avant.

La teinture d'iode doit être fraîche, tout au plus de quinze jours : plus vieille, elle perd ses propriétés. L'opération terminée, on badigeonne les lignes de suture puis on applique simplement un pansement aseptique. On renouvelle le badigeonnage tous les jours au début, plus rarement ensuite.

Il est extrêmement rare que la suppuration survienne, la restauration se fait très rapidement.

Cette nouvelle technique constitue sans aucun doute un énorme progrès sur ces horribles pansements humides, recouverts de toile cirée, milieu de culture idéal pour toutes les suppurations et toutes les pourritures.

Pouvons-nous tirer de cette nouvelle manière de faire une conclusion pratique à l'usage du public ?

Oui, la voici : Quand il vous arrive, à vous ou à une personne de votre entourage, un accident, une plaie, une de ces petites blessures si fréquentes, n'employez pas le moyen auquel on recourt habituellement dans ces cas, le lavage à grande eau ; mais procurez-vous immédiatement, si cela vous est possible, de la teinture d'iode fraîche, sinon prenez celle que vous avez sous la main et badigeonnez-en largement la plaie, après avoir débarrassé celle-ci, à l'aide d'un instrument quelconque passé à la flamme ou à la teinture d'iode, des corps étrangers qui pouvaient s'y trouver. Employez comme pinceau la tige d'une allumette garnie à son extrémité d'une boulette d'ouate hydrophile ou une pince hémostatique tenant entre ses mors de la gaze ou de la ouate aseptiques. Si la gravité de la blessure le requiert, voyez le médecin, qui fera le reste.

Si vous ne pouvez vous procurer immédiatement de la teinture d'iode, contentez-vous d'un léger lavage à l'eau bouillie tiède, légèrement salée et laissez sécher, afin qu'à l'arrivée du médecin la peau soit apte à être imprégnée d'alcool et d'iode.

Il ne faut nullement craindre la douleur ni les brûlures que les fortes applications de teinture d'iode ont la réputation de causer : seule la teinture *trop vieille* peut provoquer ces accidents. Au contraire, par ce moyen simple et pratique vous vous épargnerez bien des ennuis et vous guérirez avec une rapidité merveilleuse.

La génération spontanée et les récents travaux de M. Leduc. — M. Stéphane Leduc, professeur à l'école de Médecine de Nantes, vient de publier un nouvel ouvrage (1) au sujet de ses expériences qui, selon lui, prouveraient la génération spontanée. On connaît les faits sur lesquels il se base (2). Rappelons-les brièvement.

Quand on plonge une substance soluble dans un liquide qui précipite cette substance de ses solutions, il se produit parfois des filaments, simples ou ramifiés. C'est un phénomène basé sur l'osmose et connu depuis longtemps.

Si on laisse tomber des morceaux de chlorure de calcium fondu ou de nitrate de calcium dans une solution concentrée de carbonate de soude, on obtient facilement de ces croissances osmotiques. Le fragment de sel s'entoure d'une coque de carbonate de chaux dans laquelle l'eau pénètre par osmose. Sous cette pression, la vésicule grandit comme une bulle de savon ou bien, en un point de moindre résistance, une hernie se forme donnant naissance à une seconde vésicule.

En soignant ces formations, en variant les liquides, M. Leduc est arrivé à produire des croissances affectant la forme de champignons, de corails, de végétaux inférieurs. Entre ces vésicules et le milieu ambiant, il se passe toute une série d'échanges osmotiques que l'auteur assimile à la nutrition des cellules vivantes, tandis qu'il compare la coque de carbonate à la membrane, le morceau de sel central au noyau, et le liquide intermédiaire au protoplasme. Ce serait là, d'après l'auteur, de la génération spontanée, sans autre origine que des causes purement physico-chimiques. Il obtiendrait ainsi, dit-il, des cellules semblables à la première cellule constituée à l'origine, et dont par transformation serait sorti tout le monde vivant.

Que faut-il penser de ces observations ?

(1) *Théories physico-chimiques de la vie et générations spontanées*. Paris, Poinat 1910.

(2) Voir : Dr M. D'halluin, *Stéphane Leduc a-t-il créé des êtres vivants ?* REVUE DES QUEST. SCIENT., 3e série, t. XII (juillet 1907), pp. 5-57.

Nous croyons avec le Dr Laloy, Bibliothécaire de l'Académie de médecine de Paris, que ce ne sont là que de purs phénomènes physiques d'osmose, combinés à certaines réactions chimiques, ne signifiant pas plus, au point de vue biologique, que, par exemple, la nutrition et l'accroissement des cristaux dans leur eau mère. Entre ces manifestations purement physico-chimiques et les réactions qui se passent dans une cellule vivante, si simple soit-elle, il y a un abîme infranchissable que M. Leduc n'a pas comblé : la vie. Celle-ci est caractérisée essentiellement par une durée limitée, l'assimilation, la désassimilation, la reproduction et la finalité interne permettant à la cellule vivante de rechercher les meilleures conditions d'existence et de s'adapter à son milieu en se modifiant. Or, ici rien de semblable ne se passe : ces productions, pourvu qu'on les manie avec prudence, durent indéfiniment ; si elles *assimilent* au sens large du mot, elles ne désassimilent pas, ne se reproduisent pas ; bref, elles possèdent, ni plus ni moins, les propriétés des phénomènes physico-chimiques dont elles dépendent. Il semble donc bien, que la théorie de la génération spontanée n'en soit pas plus avancée, et que les efforts tentés par M. Leduc pour lui donner une base expérimentale ont été vains.

Ce qu'est la fulguration dans le traitement du Cancer. — On a beaucoup parlé ces derniers temps de la fulguration dans le traitement du Cancer. Peu de personnes cependant savent en quoi consiste cette méthode, des médecins même l'ignorent, car il n'est pas rare qu'ils adressent à un spécialiste quelque cancéreux avec prière de fulgurer son cancer, séance tenante.

La fulguration, méthode inventée par Keating Hart, suppose nécessairement l'enlèvement préalable de la tumeur par le bistouri. Il est donc de toute impossibilité de « fulgurer » dans son cabinet, au pied levé les malades qu'on vous amène. On ne peut y procéder que dans la salle d'opération d'une clinique, sous l'œil du chirurgien qui vient d'exciser le cancer.

La première partie de l'opération se passe comme d'habitude : le chirurgien enlève largement le mal et les ganglions. Ensuite, et voici la nouveauté du système, sur cette plaie sanglante l'opérateur fait tomber une pluie d'étincelles électriques de haute fréquence. Celles-ci, après quelques minutes d'action, donnent à la plaie un aspect noirâtre, l'hémorragie cesse, de l'œdème se produit. On s'arrête alors et, par dessus le tout, on met le pansement qui termine l'opération.

Pendant plusieurs jours, il se produit une exsudation extrêmement abondante de lymphe, remplacée peu à peu par de la suppuration, en même temps que se produit un fort bourgeonnement de la plaie.

Les étincelles employées sont dirigées sur la plaie au moyen d'un instrument, appelé sonde, formé d'un long manche en ébonite, traversé dans toute sa longueur et par le fil électrique et par un petit tube tous deux se terminant au bout du manche. Le fil est en communication avec un des pôles d'un appareil producteur de courants de haute fréquence, tandis que le malade est en contact avec l'autre pôle. Le petit tube central est raccordé à une bombonne d'acide carbonique liquide. Pendant tout le temps que dure la fulguration, un jet très froid de gaz accompagne l'étincelle dans le double but de dessécher les tissus et d'empêcher ceux-ci et le manche en ébonite de prendre feu par suite de l'énorme élévation de température produite par les décharges.

Par cette méthode, l'inventeur se flatte de supprimer les récidives après les opérations de cancer, récidives presques fatales pour le moment ; mais il convient d'ajouter que les avis des praticiens sur la valeur de cette méthode sont très partagés. Il semble bien que ce ne soit là qu'une méthode exceptionnelle, peu pratique, on entend même dire que d'ici à quelques années on n'en parlera plus que pour mémoire.

La transfusion du sang. — Nous nous souvenons avoir vu, étant enfant, cette scène dramatisée peinte sur la devanture d'un musée forain : un chirurgien en redingote et tablier blanc transfusait le sang d'un jeune homme vigoureux à une femme étendue mourante sur un lit, et qui semblait renaître à la vie et à la santé. Cette scène nous est restée gravée dans la mémoire, avec celles où l'on représentait les vieux alchimistes penchés sur les creusets où s'opérait la transmutation des métaux et d'où devait sortir la pierre philosophale.

Et voici que ces rêves séculaires, la transfusion du sang et la transformation de la matière, semblent près de se réaliser. Tandis que l'étude des substances radioactives nous fait assister à de mystérieuses transmutations de substance, des expériences du plus haut intérêt attestent que la transfusion du sang est possible et peut être rendue pratique.

Cette découverte est l'aboutissant logique d'une série de recherches qui la faisaient pressentir, et que couronne enfin le

succès : c'est tout récemment Carrel de New-York qui parvient à souder un rein sur un animal néphrectomisé et lui sauve la vie ; c'est Heymans de Gand qui, depuis plusieurs années déjà, a réussi à souder presqu'entièrement une tête de chien sur les vaisseaux d'un autre chien. Évidemment de telles expériences n'ont pu aboutir qu'après bien des essais, bien des recherches et de grandes améliorations de la technique des sutures vasculaires. Elles ont permis d'étendre à l'homme le bénéfice de ces travaux.

Autrefois on injectait du sang de mouton défibriné ; mais nous savons maintenant que le sang d'une espèce est toxique pour une autre espèce, ce qui explique les accidents que provoquait cette opération.

On essaya du sang battu d'animaux de la même espèce. Ici encore l'échec fut complet et nous en avons l'explication : dans le sang défibriné les éléments cellulaires sont détruits et les ferments modifiés.

On se rabattit sur les injections de sérum physiologique ; mais leur efficacité médiocre donnait peu de chance du succès.

On s'est enfin risqué récemment à tenter chez l'homme ce qui réussissait pour les greffes animales : la suture d'une veine d'un homme à l'artère d'un autre homme. Cette fois, l'expérience a pleinement réussi, même en se servant, comme intermédiaire, d'une veine de bœuf ou d'une simple canule de verre.

Déjà une dizaine de transfusions ont été réalisées à Wurzbourg. La question a été présentée et longuement discutée au IIIe Congrès de Physiothérapie à Paris. M. le professeur Ide a rendu compte des essais tentés jusqu'ici dans la Revue médicale de Louvain du 15 août dernier, dans un article des plus intéressants, dont nous nous sommes inspiré ici.

La méthode de suture est pleine de promesses ; peut-être même permettra-t-elle de greffer certains organes dans les cas d'insuffisance ou de destruction des organes primitifs, reins, pancréas, thyroïde.

Il faudra nécessairement avoir recours au dévouement d'une tierce personne ; il ne fera pas défaut. Seulement nous n'en sommes pas encore à devoir le solliciter. Il faudra du temps avant que l'esprit médical accepte et applique une intervention aussi révolutionnaire ; mais il y viendra, et ce sera une des grandes conquêtes du XXe siècle que la solution pratique de ce problème si longtemps et si ardemment poursuivie.

La stérilisation de l'eau par les rayons ultra-violets. — On sait qu'aux deux extrémités du spectre solaire étalé par le prisme, existent deux zones de radiations invisibles : en deçà du rouge, la zone des rayons caloritiques que décèlent le thermomètre et le bolomètre ; au delà du violet, la zone des rayons actiniques qui impressionnent la plaque photographique, rendent luminescentes certaines substances, ionisent les milieux qu'ils traversent et, quand leur intensité est considérable, détruisent les cellules vivantes. Elle ne l'est pas assez, en général, dans les radiations solaires qui arrivent jusqu'à nous, grâce à la présence de l'atmosphère qui absorbe en grande partie ces rayons. Il s'ensuit que pour les étudier et les utiliser, il faut recourir à des sources artificielles qu'il faut manier avec une très grande prudence.

Le plus puissant de ces appareils imaginés jusqu'ici est la *lampe en quartz à vapeur de mercure.*

La vapeur de mercure enfermée dans un tube à vide et traversée par un courant électrique, devient et reste luminescente aussi longtemps que passe le courant. C'est sur ce principe que, en 1892, Arons construisit une lampe, que Cooper-Hewitt fit entrer dans le domaine industrielle. La vapeur de mercure, rendue ainsi luminescente, est une source très abondante de radiations ultra-violettes ; si on peut l'employer à l'éclairage, c'est grâce au tube *de verre* qui renferme la vapeur et qui, comme l'atmosphère vis-à-vis du soleil, absorbe ces radiations. En 1905, Küch eut l'idée de remplacer le tube de verre par un tube *de quartz*, qui laisse passer tous les rayons ultra-violets du spectre de mercure. On était donc en possession d'une source artificielle très puissante de ces rayons, dangereux, mais dont on ne tarde pas à tirer parti.

Kromayer imagina une petite lampe de ce genre qu'il appliqua au traitement des maladies de la peau. Grâce à ce nouvel appareil, il obtient de brillants succès en photothérapie.

Récemment les Professeurs Courmont et Nogier de Lyon ont construit des lampes en quartz à mercure de 10 à 40 centimètres de longueur et les ont employées à étudier spécialement l'action bactéricide des rayons ultra-violets.

Dans une série de communications à l'Académie des sciences de Paris, dont la première fut faite le 22 février 1909 (1), ils

(1) Voir aussi l'article de M. J. Courmont, *Les rayons ultra-violets*, dans la REVUE SCIENTIFIQUE, n° du 24 septembre 1910.

exposèrent les résultats de leurs recherches, qui furent pleinement confirmés par la suite. Ils ont mis en pleine lumière la puissance bactéricide intense de ces rayons. Une de leurs lampes, immergée dans l'eau, la stérilise avec une rapidité et une efficacité merveilleuse. Une exposition de quelques secondes à une minute au maximum, pour les eaux les plus souillées, suffit pour détruire complètement les germes qui pourraient s'y trouver, même les formes sporulées.

Cette action se fait sentir jusqu'à 30 centimètres du point d'émission des rayons.

De plus, ce qui n'est pas à dédaigner en pratique, le prix de revient de cette méthode est très minime.

Le Dr Nogier a inventé un appareil pratique adaptable à une canalisation d'eau, pouvant servir à stériliser l'eau d'un ménage, d'une collectivité (hôtel, hôpital, etc.), et même d'un service urbain. Le prix de revient, au mètre cube, pour l'eau urbaine est inférieur à celui de tous les procédés physiques et chimiques.

Nous ne décrirons pas ces appareils, nous indiquerons seulement le principe de la construction de l'appareil ménager. La lampe est enfermée dans une enveloppe métallique, sorte de gros tuyau. L'eau entre par un bout et sort par l'autre, après avoir léché la lampe ; on branche l'appareil sur le robinet ordinaire des cuisines.

La perméabilité des liquides aux rayons ultra-violets est très variable. Elle exige d'abord la *limpidité :* une eau trouble ne se laisse pas pénétrer, et dès lors ne se stérilise pas. De plus, l'absence ou au moins la rareté des substances colloïdes est nécessaire. Ainsi le vin, la bière, le lait, etc. ne se prêtent pas à ce mode de stérilisation, non plus évidemment que les liquides *en bouteille*, les eaux minérales, par exemple, placés simplement au voisinage de la lampe. En somme, l'eau limpide est actuellement le seul liquide connu réellement perméable aux rayons ultra-violets et pour la stériliser il faut qu'elle passe sur une lampe *immergée* dans sa masse.

Dr Jos. Boine.

BOTANIQUE ÉCONOMIQUE

—

A propos du commerce des textiles en Allemagne. — Dans ces dernières années l'industrie textile a fait en Allemagne de considérables progrès, aussi ce pays s'est-il trouvé dans la nécessité de pousser dans ses colonies la culture des essences à fibres, et en particulier celle du cotonnier, qui a donné dans le Togo des résultats très encourageants.

Pour bien montrer l'accroissement du commerce des textiles, il faudrait reproduire ici toutes les données statistiques des principales périodes : 1880, 1890, 1900, 1905 et 1909 ; malheureusement ces statistiques, publiées dans Die Textil-Woche, exigeraient des tableaux trop développés.

Notons cependant que c'est postérieurement à 1890 que la ramie, le sisal et la fibre de coco sont entrés dans le commerce, et que c'est postérieurement à 1905 que le chanvre indien et le chanvre de Nouvelle-Zélande sont arrivés en certaine quantité sur le marché.

Des différents produits textiles végétaux, le coton et le jute sont les plus importants, et c'est ce dernier textile qui a fait le plus de progrès : en trente ans, son emploi a été décuplé, alors que celui du coton n'a pas même été quadruplé.

Donnons à titre d'indication les chiffres d'importation en 1909 :

Coton	455 921	tonnes
Coton (déchets)	28 607	»
Lin	53 132	»
Chanvre	41 961	»
Étoupe de lin	19 067	»
Étoupe de chanvre	11 501	»
Jute et déchets	172 049	»
Chanvre de Manille	4 756	»
Ramie	1 768	»
Sisal	6 534	»
Coco	1 401	»
Chanvre des Indes	2 717	»
Chanvre de la Nouvelle-Zélande	4 558	»

Une partie de cette matière première importée en Allemagne sort du pays avant d'être transformée, mais en faible quantité. La proportion du coton brut et de déchets de coton réexportés

est plus forte que celle du jute : tandis que, pour le coton, la réexportation comporte 55 548 tonnes, pour le jute elle n'atteint que 3867 tonnes.

Des 456 000 tonnes importées, 350 000 provenaient de l'Amérique, 43 000 de l'Égypte et 57 000 des Indes anglaises ; quant aux colonies allemandes, voici ce qu'elles ont fourni : Afrique Orientale, 296 tonnes et Togo, 255 ; ces chiffres sont faibles, mais ils n'ont cessé d'aller régulièrement en augmentant.

En 1900, la répartition de l'industrie de la filature a pu être établie comme suit : Bavière, 32,2 % ; Rhin et Westphalie, 31,3 % ; Alsace-Lorraine, 15,2 % ; Saxe, 15,17 % ; depuis lors la création de nouvelles usines, l'installation d'outillages plus compliqués, l'ouverture de nouvelles écoles ont fait augmenter la production et modifier un peu la répartition de cette industrie. En même temps la transformation des fils en tissus variés a augmenté dans des proportions considérables, et l'Allemagne se trouve à la tête d'un commerce et d'une industrie textiles qui, sans atteindre la valeur de l'industrie américaine, se rapprochent de celle de l'Angleterre, qui la distançait beaucoup il y a à peine quelques années.

Les cultures vivrières sous les tropiques. — L'étude approfondie des plantes cultivables par les indigènes et capables de leur fournir des substances alimentaires est une des plus importantes que doit entreprendre toute puissance coloniale. C'est, en effet, par l'étude des cultures indigènes, par celle des plantes vivrières, par leur extension, que l'on agira le plus efficacement sur la mentalité de l'indigène.

Comme l'a fait remarquer M. Guebhart, à propos du développement agricole du Fouta-Djalon : « C'est de l'impuissance causée par la misère physiologique et morale que vient l'incapacité des Foulahs à tout travail. Il faudrait, pour y porter remède, pendant plusieurs années, les restaurer par une nourriture abondante sans qu'il leur en coûtât une fatigue trop grande (1). »

Ce qui est vrai pour le Fouta-Djalon l'est pour les autres colonies africaines. Certes depuis quelques années on commence à s'occuper de la question, mais beaucoup de travaux écrits par d'excellents coloniaux, par des hommes de science très compé-

(1) *L'agriculture au Fouta-Djalon*, REVUE COLONIALE, p. 71 et suiv. Paris, 1909.

tents, ont été conçus, comme le dit M. Arcin : « à un point de vue presque exclusivement européen, en traitant des questions économiques en vue des résultats pratiques, sans s'inquiéter assez de la mentalité du noir (1). »

Il faut donc chercher à établir par des enquêtes et par l'installation de jardins d'essais et d'expériences où le noir puisse avoir un accès facile, quelles sont les plantes qui, dans les conditions du milieu, rapportent le plus aisément, et donnent un produit qui ne peut occasionner des troubles dans le fonctionnement régulier de l'organisme humain.

Parmi les produits végétaux cultivés couramment en Afrique, il en est un sur lequel nous avons souvent attiré l'attention dans cette Revue, c'est le manioc.

Cette année encore nous avons vu consacrer à ce produit un livre très intéressant par MM. P. Hubert et E. Dupré (2) : le colon aura, comme le chef de poste, intérêt à suivre les conseils de ces auteurs ; il leur sera possible de juger des nombreux desiderata de cette culture et de voir qu'il y a dans cette matière, comme dans toutes celles qui intéressent la colonisation, de nombreux perfectionnements à poursuivre.

Mais si le manioc est une matière comestible dont l'usage s'est grandement répandu dans l'Afrique et, en particulier, dans notre colonie, il ne s'ensuit pas qu'il faille partout et toujours en conseiller la culture : il convient, au contraire, de prendre de sérieuses précautions avant de la vulgariser plus encore qu'elle ne l'est.

Ce n'est pas le moment d'entrer ici dans le détail de cette importante question, cela nous mènerait fort loin et nous forcerait à sortir un peu du sujet que nous ne pouvons exposer dans ses détails ; mais nous tenons à reproduire notre opinion que l'introduction du manioc est plutôt, pour notre colonie, un malheur qu'un bienfait. Nous avons d'ailleurs, dans nos études sur les cultures vivrières de la région du Kasaï, exposé avec assez de détails les arguments qui nous amènent à cette conclusion : qu'il faut entourer cette culture et la consommation de ses produits d'amples précautions si l'on veut éviter des accidents plus ou moins graves (3).

(1) A. Arcin, *La Guinée française*, p. IX. Paris, Challamel, 1907.

(2) P. Hubert et E. Dupré, *Le Manioc*, Paris, 1910.

(3) É. De Wildeman, *Mission permanente d'Études scientifiques de la Cie du Kasaï. Résultats de ses recherches botaniques et agronomiques*, Bruxelles, 1910, p. 179 et suiv.

Il y a en Afrique bien d'autres plantes dont les produits méritent de retenir l'attention plus qu'ils ne l'ont fait jusqu'ici ; ce sont en particulier certains fruits, parmi lesquels il faut citer la banane. Dans un travail récent, M. le docteur K. Sehrwald la plaçait en tête des produits végétaux que l'homme peut consommer avec le plus de bénéfices (1). Mais ici encore, et tout autant que pour le manioc apparaît clairement la nécessité de l'établissement d'une vaste enquête scientifico-agronomique, dont les résultats seraient sans conteste des plus favorables pour la culture extensive et économique de cette plante éminemment utile dans les régions tropicales, non seulement comme fruit de dessert, mais encore comme légume.

La valeur nutritive de la banane et, en général, celle des fruits est suffisamment connue, et nous croyons inutile de nous y appesantir ; le succès obtenu en Europe par ce fruit et ses dérivés est d'ailleurs un sûr garant que la production, même si elle devenait très importante, trouverait un ample débouché.

On ne pourrait assez insister sur l'emploi des fruits dans les colonies ; malheureusement l'usage qu'on en fait est souvent irrationnel ; fréquemment aussi on voit le planteur et le colon chercher à introduire des essences étrangères, sans s'être assuré que rien d'équivalent n'existe dans la colonie, ou ne pourrait le devenir par la culture et une sélection appropriées.

Dans la longue énumération des fruits cultivables sous les tropiques — plus de 65 types différents — on trouvera très aisément des plantes déjà cultivées au Congo, dont la culture pourrait être développée au grand bénéfice des habitants blancs et noirs, et peut-être de la mère-patrie.

Mais en préconisant l'usage des fruits, il convient aussi de faire ressortir les dangers qu'il peut entraîner, quand la préparation de ces fruits n'est pas faite suivant certaines règles. Fréquemment, en effet, on rencontre à la surface des fruits, et parfois dans leur intérieur, des germes, soit animaux soit végétaux, dont l'ingestion par l'homme peut occasionner des maladies de l'estomac et des voies digestives, particulièrement exposées aux dérangements sous les tropiques.

Mais les fruits auxquels nous avons fait allusion ne sont pas seuls à devoir être recommandés ; il y a encore, en dehors des fruits de dessert, ceux dont les graines ont tout intérêt à être

(1) Dr K. Sehrwald, *Das Obst der Tropen*, W. Süsserott, Berlin, 1910.

propagées par la culture ; telles sont les graines de l'*Oryza sativa* ou riz.

Mais si déjà nous avons insisté plus haut sur la nécessité de soumettre les bananes et les autres fruits de dessert à une enquête sérieuse, combien cette enquête devient indispensable pour le riz qui doit être importé, et dont la culture doit être faite dans des conditions spéciales avec lesquelles souvent le travailleur indigène n'est pas familiarisé.

Certes depuis des années on cultive du riz au Congo, mais jamais cette culture n'a été faite rationnellement ; et cela, hâtons-nous de le dire, n'est nullement la faute des agents qui ont eu à diriger cette culture, ni celle des indigènes qui la pratiquent. Cela provient du fait que, pour le riz pas plus que pour les autres plantes de cultures, il n'a été fait de séries de cultures portant sur un assez grand nombre de variétés et pendant un un temps suffisant, et dont les résultats auraient dû servir de guide pour l'extension d'une culture, qui, avec celle du maïs, est une des plus recommandables. Ces deux graminées sont destinées à remplacer sous les tropiques nos blés qui ne peuvent y végéter que médiocrement, quand ils le peuvent.

A cette question du développement des cultures vivrières se rattache tout naturellement celle de la main-d'œuvre. Question très complexe et qui ne peut se résoudre en peu d'années. Mais nous estimons que l'extension des cultures vivrières faites d'abord par le noir sous la direction du blanc, puis par le noir pour les marchés locaux et plus tard, peut-être, pour l'exportation, aura le plus salutaire effet sur la mentalité du noir. Ce genre de travail l'amènera petit à petit à saisir l'importance du travail individuel dans les champs, il lui montrera les bénéfices à réaliser et le fixera au sol, lui et sa famille, en transformant le nomade en un vrai paysan. Ainsi sera résolue la première partie de la question de la main-d'œuvre : habitude du travail.

On le voit donc, cette question des cultures vivrières, qui à première vue n'intéresse que la subsistance du noir, peut par son développement modifier beaucoup l'état mental des populations dont nous nous sommes établis les défenseurs, et nous permettra de faire œuvre de saine colonisation.

C'est encore le moment de répéter que sans l'agriculture, sans cet attachement définitif au sol, rien de durable ne pourra être obtenu dans une colonie. Pour arriver à ce résultat c'est aux Gouvernements coloniaux à faire des efforts pour développer l'agriculture scientifique qui est à la base de tous les progrès.

Sucres. — Dans son *Handbuch der Pharmakognosie* dont 21 livraisons ont paru jusqu'ici, M. le Prof. Tschirch, de l'Université de Berne, a écrit un intéressant article sur les divers sucres, leur origine, leur préparation et le commerce auquel ils donnent naissance.

Parmi les sucres vrais, l'auteur étudie d'abord le sucre de canne provenant de la graminée *Saccharum officinarum*. Il décrit rapidement la culture, qui a dans diverses régions fait de grands progrès grâce à la sélection des plants, puis il fait ressortir l'importance acquise par la production sucrière dans certains pays.

En 1907-1908, la production sucrière totale (cannes à sucre) atteignait environ 5 161 900 tonnes, chiffre dans lequel les pays producteurs principaux entraient pour les totaux ci-dessous :

Java	1 156 400 tonnes
États-Unis	985 000 »
Cuba, environ	950 000 »
Hawaï	450 000 »

Le production du sucre de betteraves, qui a fait d'importants progrès également dans ces dernières années, fait l'objet d'un paragraphe spécial.

Ce sucre est particulièrement produit en Europe et il donne lieu à une notable exportation vers l'Amérique du Nord.

En 1907-1908, la production paraît avoir atteint 6 527 800 tonnes ; le plus fort producteur a été l'Allemagne qui a produit durant cette année 2 135 000 tonnes ; en 1908-1909, la surface cultivée en betteraves était de 432 400 hectares alors qu'en Russie, qui entre en concurrence avec l'Allemagne pour la production sucrière, la surface plantée en betteraves était de 561 300 hectares.

On compte en Allemagne plus de 361 fabriques de sucre en activité, le plus grand nombre se trouvent en Prusse.

M. Tschirch examine également le sucre d'érable du Nord de l'Amérique, dont la production a augmenté assez fortement, mais sans pouvoir cependant espérer prendre une très grande extension.

Il en est de même du sucre de palmiers, surtout intéressant pour les Indes Anglaises, l'Archipel Malais et Java.

Parmi les autres plantes à sucre ayant, ou pouvant avoir, un certain intérêt pour diverses colonies, il convient de citer divers

sorghos, originaires, pense-t-on, de certaines parties de l'Afrique orientale, mais actuellement répandus dans les régions tropicales du monde entier. Ces plantes, peu propres à la fabrication du sucre cristallisé, sont très aptes à servir à la fabrication de sirops.

Des variétés de maïs se trouvent dans des conditions semblables ; certains *Panicum* de l'Afrique occidentale et centrale, tel le *Panicum Burgu*, peuvent être employés, comme l'a signalé M. le Dr Aug. Chevalier, pour la préparation de sirops.

On peut également citer comme renfermant des saccharoses l'Ananas et des Agaves, mais comme le sucre cristallisable est toujours, chez ces plantes, accompagné de sucres non cristallisables, la préparation du premier n'est guère possible et d'ailleurs la matière première est trop chère ou n'existe pas en quantité suffisante pour alimenter une fabrication régulière.

É. D. W.

NÉCROLOGIE

M. le comte Domet de Vorges, membre de la *Société scientifique de Bruxelles* depuis 1876, son Président pendant l'année sociale 1890-1891 et le délégué habituel de la *Société bibliographique* de Paris à nos Congrès de Pâques, est décédé en son château de Maussans (Haute-Saône) le 17 août dernier, à l'âge de 81 ans. Nous empruntons au POLYBIBLION (1) les détails suivants sur la carrière de notre éminent collègue.

Il était né à Paris en 1829. Entré dans la carrière diplomatique, il avait occupé le poste de Secrétaire d'ambassade en Danemark, en Portugal, au Brésil. Il avait été ministre de France à Port-au-Prince, puis à Lima, et avait enfin été accrédité, en 1881, en qualité d'envoyé extraordinaire, auprès du Khédive d'Égypte. Il avait quitté, en 1883, la diplomatie avec le titre bien acquis de Ministre plénipotentiaire et le grade d'officier de la Légion d'honneur. Il s'était, depuis lors, consacré tout entier aux études

(1) Livraison de septembre 1910, p. 271. On trouvera, dans cet article, la liste des principales publications du comte Domet de Vorges.

philosophiques et aux œuvres catholiques, à celles notamment qui ont pour objet l'alliance de la religion et de la science, de la foi et de la raison. Son influence en philosophie a été plus forte et plus féconde que bruyante. Il a été l'un des précurseurs, puis l'un des plus vigoureux et des plus sages adeptes de la renaissance en France du péripatétisme chrétien, de cette discipline scolastique si hautement recommandée par Léon XIII et aujourd'hui par Pie X, et qui, sainement entendue, est plus compatible qu'aucune autre avec le progrès moderne des sciences positives, en même temps qu'elle est plus conforme à une sûre et solide théologie. C'est à cette source que notre regretté collègue avait puisé cette sage et sereine modération d'esprit qui se joignait en lui à la fermeté doctrinale, et dont il a, dans des articles aussi nombreux que variés, constamment donné la preuve et l'utile exemple.

Le comte Domet de Vorges était, depuis de longues années, l'un des membres les plus écoutés du Conseil de la Société bibliographique, et un collaborateur très assidu et très estimé de cette société. L'Association pour le développement de l'instruction populaire lui a dû en grande partie sa prospérité. Il était président honoraire de la Société de saint Thomas d'Aquin. Nous avons dit ce qu'il fut pour la Société scientifique de Bruxelles qui gardera du philosophe chrétien, de l'homme de bien, de l'ami dévoué, un fidèle et sympathique souvenir.

J. T.

TABLE DES MATIÈRES

DU

DIX-HUITIÈME VOLUME (TROISIÈME SÉRIE)

TOME LXVIII DE LA COLLECTION

Livraison de Juillet 1910

J.-H. FABRE 5

LA PHYSIQUE NÉOPLATONICIENNE AU MOYEN AGE, par **M. P. Duhem** 10

L'ASSAUT DU PÔLE SUD *(suite et fin)*, par **M. l'abbé Th. Moreux** 61

LE MONISME PSYCHOBIOLOGIQUE, par le **R. P. R. de Sinéty, S. J.** 123

LES PORTS ET LEUR FONCTION ÉCONOMIQUE *(suite et fin)* :

XXXII. LE PORT DE VENISE AU MOYEN AGE, par **M. Ch. Terlinden** 151

XXXIII. LES PORTS DU NORD-EST DE L'ANGLETERRE, par **M. J. Meuwissen** 189

CONCLUSION, **M. G. Blondel** 243

L'ADMINISTRATION DES PORTS, par le **R. P. J. Charles, S. J.** 248

VARIÉTÉS. — I. *Le Tremblement de Provence et la Théorie des tremblements de Terre*, par **M. L. Fabry** . . . 270

II. *La nomenclature scientifique et la Langue internationale*, par **M. M. Boubier** 277

III. *Les Cavernes et les Rivières souterraines de la Belgique*, par **M. F. Kaisin** 283

BIBLIOGRAPHIE. — I. Dr Gino Loria. Spezielle algebraische und transzendente ebene Kurven. Theorie und Geschichte, **H. Bosmans, S. J.** 291

II. Problèmes et Exercices mathématiques, par E. Fabry, **R. d'Adhémar** 291
III. Cours d'Algèbre élémentaire à l'usage des Cours moyens et des classes d'humanités, par B. Lefebvre, S. J. — Recueil d'Exercices et de Problèmes d'Algèbre élémentaire, par B. Lefebvre, S. J., **J. T.** 295
IV. Congrès international des applications de l'Électricité, Marseille 1908, **L. R.** 296
V. Le Radium, ses applications thérapeutiques, par le Dr A. Moeller, **J. T.** 297
VI. Œuvres de Descartes, publiées par Ch. Adam et Paul Tannery, tome XI, **G. Lechalas** 298
VII. Les noms des fleurs trouvés par la Méthode simple sans aucune notion de Botanique, par Gaston Bonnier, **L. R.** 306
VIII. Dictionnaire Kikongo-français et Français-kikongo, par R. Butaye, S. J., **L. Delporte** 307
IX. La Langue internationale et la Science, par L. Couturat, O. Jespersen, R. Lorentz, W. Oswald, L. Pfaundler et M. Boubier, **G. Lechalas.** 309
X. Internaciona mathematica Lexiko in Ido, da Dro L. Couturat, **P. Mansion** 315
XI. Ames en prison, par L. Arnauld, **G. Lechalas** . 316
XII. Impôts directs et indirects sur le revenu, par J. Ingenbleek, **V. F.** 323
XIII. L'organisation syndicale des chefs d'industrie, par G. De Leener, **V. F.** 326
XIV. La Défense sociale et les transformations du Droit pénal, par A. Prins, **V. F.** 328

Revue des Recueils périodiques.

Sylviculture, par **M. Ch. de Kirwan** 330

Nécrologie, Adolphe-Charles Delvigne, par **J. T.** . . . 351

Livraison d'Octobre 1910

Le Soleil, par **M. l'abbé Th. Moreux** 353

La Physique néoplatonicienne au moyen age *(suite et fin)*, par **M. Pierre Duhem** 385

La Photographie a travers les corps opaques, par **M. le Dr M. D'halluin** 431

Le concept actuel d'hystérie, par **le R. P. L. Boule, S. J.** 459

La contribution de l'état a la constitution des retraites, par **M. C. Beaujean** 499

Pour faciliter la lecture des travaux récents de physiologie générale. I. Les colloïdes, par **le R. P. J. Maréchal, S. J.** 519

Variétés. — I. *En marge de la guerre. Blessures et maladies,* par *** 570

II. *De momentis gravium. Une question de statique débattue au XVIIe siècle,* par **M. Félix Kucharzewski** 584

Bibliographie. — I. Cours de Géométrie analytique plane, par Oscar Lambot, **B. Lefebvre, S. J.** 591

II. La comète de Halley, par Jean Mascart, **J. Stein, S. J.** 593

III. Liste des observatoires magnétiques et des observatoires séismologiques, par E. Merlin et O. Somville, **C. G.** 601

IV. Annuaire météorologique de la station de Géographie mathématique (Gand), par L. N. Vandevyver, **J. T.** 602

V. P. Matheus Ricci, S. J. Relaçao escripta pelo seu companheiro P. Sabatino, **H. Bosmans, S. J.** .

VI. Traité de Physique (tome IV, premier fascicule), par O. D. Chwolson, **J. T.** . . . . . .

VII. Thermodynamique et Chimie. Leçons élémentaires, par P. Duhem, **H. D. G.** 612

VIII. Notions fondamentales de Chimie organique, par Ch. Moureux, **H. D. G.** 614

IX. Teinture, corroyage et finissage du cuir, par C. Lamb, traduit par L. Meunier et J. Prévot, ***. 615
X. La Philosophie minérale, par A. de Lapparent, **N. N.** 617
XI. Les Roches et leurs Éléments minéralogiques, par Ed. Jannettaz, **L. R.** 619
XII. The Origin of the Vertebrates, by W. H. Gaskell, **J. Maréchal, S. J.** 619
XIII. Étude critique de la tactique et des nouveaux règlements allemands, par de Pardieu, **J.** . . . 622
XV. I. La Belgique au Travail, par J. Izard. — II. La vraie « Belgique au Travail », par H. Siret, **N. N.** 626
XV. La main-d'œuvre à San-Thomé et à l'Ile-du-Prince, par F. Mantero, **É. D. W.** 645

Revue des Recueils périodiques.

Histoire des mathématiques et de l'astronomie, par le **R. P. H. Bosmans, S. J.** 648
Astronomie, par **C. G.** 666
Ethnographie, par **M. J. Claerhout** 670
Sciences médicales, par **M. le Dr Jos. Boine** . . . 681
Botanique économique, par **É. D. W.** 689

Nécrologie, Comte Domet de Vorges, **J. T.** 695

Impr. F. & R. Ceuterick, rue Vital Decoster, 60, Louvain.

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. Cath., c. IV.

TROISIÈME SÉRIE

TOME XVIII — 20 JUILLET 1910

(TRENTE-QUATRIÈME ANNÉE ; TOME LXVIII DE LA COLLECTION)

LOUVAIN

SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

(M. J. Thirion)

11, RUE DES RÉCOLLETS, 11

1910

LIVRAISON DE JUILLET 1910

I. — J.-H. FABRE, par **La Rédaction,** p. 5.

II. — LA PHYSIQUE NÉOPLATONICIENNE AU MOYEN AGE, par **M. P. Duhem,** p. 10.

III. — L'ASSAUT DU POLE SUD *(suite et fin)*, par **M. l'abbé Th. Moreux,** p. 61.

IV. — LE MONISME PSYCHOBIOLOGIQUE, par le **R. P. R. de Sinéty, S. J.,** p. 123.

V. — LES PORTS ET LEUR FONCTION ÉCONOMIQUE *(suite et fin)* :

XXXII. Le port de Venise au moyen age, par **M. Ch. Terlinden,** p. 151.

XXXIII. Les ports du Nord-Est de l'Angleterre, par **M. J. Meuwissen,** p. 189.

Conclusions, par **M. G. Blondel,** p. 243.

VI. — L'ADMINISTRATION DES PORTS, par le **R. P. J. Charles, S. J.,** p. 248.

VII. — VARIÉTÉS. — I. *Le Tremblement de Provence et la Théorie des tremblements de Terre*, par **M. L. Fabry**, p. 270. — II. *La nomenclature scientifique et la Langue internationale*, par **M. M. Boubier**, p. 277. — III. *Les Cavernes et les Rivières souterraines de la Belgique*, par **M. F. Kaisin,** p. 283.

VIII. — BIBLIOGRAPHIE. — I. Dr Gino Loria. Spezielle algebraische und transzendente ebene Kurven. Theorie und Geschichte, **H. Bosmans, S. J.**, p. 291. — II. Problèmes et exercices de Mathématiques, par E. Fabry, **R. d'Adhémar**, p. 294. — III. Cours d'Algèbre élémentaire à l'usage des Cours moyens et des classes d'humanités, par B. Lefebvre, S. J. — Recueil d'exercices et de Problèmes d'Algèbre élémentaire, par B. Lefebvre, S. J., **J. T.**, p. 295. — IV. Congrès international des applications de l'Électricité, Marseille, 1908, **L. R.**, p. 296. — V. Le Radium, ses applications thérapeutiques, par le Dr A. Moeller, **J. T.**, p. 297. — VI. Œuvres de Descartes, publiées par Ch. Adam et Paul Tannery, tome XI, **G. Lechalas**, p. 298. — VII. Les noms des fleurs trouvés par la Méthode simple sans aucune notion de Botanique, par Gaston Bonnier, **L. R.**, p. 306. — VIII. Dictionnaire kikongo-français et français-kikongo, par R. Butaye, S. J., **L. Delporte,** p. 307. — IX. La Langue internationale et la Science, par L. Couturat, O. Jespersen, R. Lorentz, W. Ostwald, L. Pfaundler et M. Boubier, **G. Lechalas,** p. 309. — X. Internaciona mathematica Lexiko in Ido, da Dro L. Couturat, **P. Mansion,** p. 315. — XI. Ames en prison, par L. Arnould, **G. Lechalas,** p. 316. — XII. Impôts directs et indirects sur le Revenu, par J. Ingenbleek, **V. F.**, p. 323. — XIII. L'organisation syndicale des chefs d'industrie, par G. De Leener, **V. F.**, p. 326. — XIV. La Défense sociale et les transformations du Droit pénal, par A. Prins, **V. F.**, p. 328.

IX. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Sylviculture, par **C. de Kirwan,** p. 330.

X. — NÉCROLOGIE. — Adolphe-Charles Delvigne, par **J. T.**, p. 351.

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES, t. I à t. XXXIII, 1875 à 1909. Chaque vol. in-8° de 400 à 600 pages fr. **20 00**

TABLE ANALYTIQUE des vingt-cinq premiers volumes des ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE (1875-1901). Un vol. in-8° de 250 pages (1904), en vente au prix de . . . . . fr. **3 00**

REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES. Première série, 1877 à 1891. Trente volumes. Seconde série, 1892 à 1901. Vingt volumes. Troisième série, commencée en 1902. Les deux volumes annuels, de 700 pages in-8° chacun . . . . . fr. **20 00**

TABLE ANALYTIQUE des cinquante premiers volumes de la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES (1877-1901). Un vol. in-8° de XII-168 pages, petit texte (1904), en vente au prix de 5 fr. ; pour les abonnés . . fr. **2 00**

Ph. Gilbert. Mémoire sur l'application de la méthode de Lagrange à divers problèmes de mouvement relatif. Deuxième édition (1889). Un vol. in-8° de 150 pages . . . . . fr. **7 50**

DISCUSSION SUR LE FŒTICIDE MÉDICAL. Brochure in-8° de 38 pages (1904) . . . . . fr. **1 00**

LA CRISE DU LIBRE-ÉCHANGE EN ANGLETERRE. Rapports de MM. G. Blondel, Ch. Dejace, A. Viallate, Emm. de Meester, P. de Laveleye, Ed. Vandersmissen. Brochure in-8° de 121 pages (1905) . . fr. **2 00**

LES PORTS ET LEUR FONCTION ÉCONOMIQUE : **T. I.** Introduction, Éd. Van der Smissen. I. La Fonction économique des Ports dans l'Antiquité grecque, H. Francotte. II. Bruges au Moyen âge, G. Eeckhout. III. Barry, H. Laporte. IV. Beira, Ch. Morisseaux. V. Liverpool, P. de Rousiers. VI. Anvers, E. Dubois et M. Theunissen. VII. Les Ports et la vie économique en France et en Allemagne, G. Blondel. Un vol. in-8° de 183 pages, figures et plans. (Épuisé.) **T. II.** VIII. Londres, G. Eeckhout. IX. Délos, A. Roersch. X. Rotterdam, J. Charles. XI. Gênes au Moyen âge, J. Hanquet. XII. Marseille, G. Blondel. Un vol. in-8° de 123 pages, figures et plans. Prix : 3 francs. **T. III.** XIII. Le Port moderne de Gênes, M. Theunissen. XIV. Ostende. L.-Th. Leger. XV. Jaffa, P. Gendebien. XVI. Lisbonne, Ch. Morisseaux. XVII. Le Havre, G. Blondel. XVIII. Hambourg, P. de Rousiers et J. Charles. XIX. Rio-de-Janeiro, F. Georlette. XX. Han-Kow. A. Vanderstichel. Prix : 3 francs. **T. IV.** XXI. Barcelone et Bilbao, J. Charles. XXII. Buenos-Aires, M. Theunissen. XXIII. Brême, J. Charles. XXIV. New-York, Paul Hagemans. XXV. Le Port de Pouzzoles dans l'Antiquité, d'après un livre récent, Alphonse Roersch. XXVI. Shanghaï, A. A. Fauvel. XXVII. Zeebrugge, J. Nyssens-Hart. Un vol. in-8° de 184 pages, figures et plans. Prix : 3 francs. **T. V.** XXVIII. Rouen, G. Blondel. XXIX. Montréal, M. Dewavrin. XXX. Seattle et Tacoma, M. Rondet-Saint. XXXI. Trieste, Fiume, Venise, M. Dewavrin. XXXII. Venise au moyen âge, C. Terlinden. XXXIII. Les ports du Nord-Est de l'Angleterre, J. Meuwissen. — Conclusions, G. Blondel. — Appendices : L'administration des Ports, J. Charles, S. J. ; L'industrie des transports maritimes, H. Mansion. Prix : 3 francs.

SUR QUELQUES POINTS DE MORALE SEXUELLE DANS SES RAPPORTS AVEC LA MÉDECINE. Rapport de M. le Dr X. Francotte. Brochure in-8 de 48 pages (1907). . . . . fr. **0 75**

REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE PAR

LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

TROISIÈME SÉRIE

Cette revue de haute vulgarisation, fondée en 1877 par la Société scientifique de Bruxelles, se compose actuellement de deux séries : la **première série** comprend 30 volumes (1877-1891) ; la **deuxième**, 20 volumes (1892-1901). La livraison de janvier 1902 a inauguré la **troisième série**.

La revue paraît en livraisons trimestrielles de 352 pages, à la fin de janvier, d'avril, de juillet et d'octobre. Chaque livraison renferme trois parties principales.

La **première partie** se compose d'**Articles originaux**, où sont traités les sujets les plus variés se rapportant à l'ensemble des sciences mathématiques, physiques, naturelles, sociales, etc.

La **deuxième partie** consiste en une **Bibliographie scientifique**, où l'on trouve un compte rendu détaillé et l'analyse critique des principaux ouvrages scientifiques récemment parus.

La **troisième partie** consiste en une **Revue des Revues et des Publications périodiques**, où des écrivains spéciaux résument ce qui paraît de plus intéressant dans les archives scientifiques et littéraires de notre temps.

Chaque livraison contient ordinairement aussi un ou plusieurs articles de **Variétés**.

CONDITIONS D'ABONNEMENT

Le prix d'abonnement à la Revue des Questions scientifiques est de **20 francs** par an. Les membres de la Société scientifique de Bruxelles ont droit à une réduction de **25** %; le prix de leur abonnement est donc de **15 francs** par an.

Table analytique des cinquante premiers volumes de la Revue. Un vol. du format de la Revue de XII-168 pages. Prix : 5 francs ; pour les abonnés, 2 francs.

Des volumes isolés seront fournis aux nouveaux abonnés à des conditions très avantageuses.

S'adresser pour tout ce qui concerne la **Rédaction** *et l'***Administration** *au secrétariat de la Société scientifique, 11, rue des Récollets, Louvain.*

Une Notice sur la Société scientifique, son but, ses travaux, est envoyée gratuitement à ceux qui en font la demande au secrétariat.

Louvain. — Imp. F. & R. Ceuterick, rue Vital Decoster, 60.

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. Cath., c. IV.

TROISIÈME SÉRIE

TOME XVIII — 20 OCTOBRE 1910

(TRENTE-QUATRIÈME ANNÉE ; TOME LXVIII DE LA COLLECTION)

LOUVAIN

SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

(M. J. Thirion)

11, RUE DES RÉCOLLETS, 11

1910

LIVRAISON D'OCTOBRE 1910

I. — LE SOLEIL, par **M. l'Abbé Th. Moreux,** p. 353.

II. — LA PHYSIQUE NÉOPLATONICIENNE AU MOYEN AGE *(suite)*, par **M. P. Duhem,** p. 385.

III. — LA PHOTOGRAPHIE A TRAVERS LES CORPS OPAQUES, par **M. le Dr D'halluin,** p. 431.

IV. — LE CONCEPT ACTUEL D'HYSTÉRIE, par le **R. P. L. Boule, S. J.,** p. 459.

V. — LA CONTRIBUTION DE L'ÉTAT A LA CONSTITUTION DES RETRAITES, par **M. C. Beaujean,** p. 499.

VI. — POUR FACILITER LA LECTURE DES TRAVAUX RÉCENTS DE PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. I. LES COLLOIDES, par le **R. P. J. Maréchal, S. J.,** p. 519.

VII. — VARIÉTÉS. — I. *En marge de la guerre. Blessures et maladies*, par ***, p. 570. — II. *De momentis gravium. Une question de statique débattue au XVIIe siècle*, par **M. F. Kucharzewski**, p. 584.

VIII. — BIBLIOGRAPHIE. — I. Cours de géométrie analytique plane, par Oscar Lambot, **B. Lefebvre, S. J.**, p. 591. — II. La comète de Halley, par J. Mascart, **J. Stein, S. J.**, p. 593. — III. Liste des observatoires magnétiques et des observatoires séismologiques, par E. Merlin et O. Somville, **C. G.**, p. 601. — IV. Annuaire météorologique de la station de géographie mathématique (Gand), par L. N. Vandevyver, **J. T.**, p. 602. — V. P. Matheus Ricci, S. J. Relaçao escripta pelo seu companheiro P. Sabatino, **H. Bosmans, S. J.**, p. 602. — VI. Traité de physique (tome IV, premier fascicule), par O. D. Chwolson, **J. T.**, p. 605. — VII. Thermodynamique et chimie. Leçons élémentaires, par P. Duhem, **H. D. G.**, p. 612. — VIII. Notions fondamentales de chimie organique, par Ch. Moureux, **H. D. G.**, p. 614. — IX. Teinture, corroyage et finissage du cuir, par C. Lamb, traduit par L. Meunier et J. Prévost, ***, p. 615. — X. La philosophie minérale, par A. de Lapparent, **N. N.**, p. 617. — XI. Les roches et leurs éléments minéralogiques, par Ed. Jannettaz, **L. R.**, p. 619. — XII. The origin of the Vertebrates, by W. H. Gaskell, **J. Maréchal, S. J.**, p. 619. — XIII. Étude critique de la tactique et des nouveaux réglements allemands, par de Pardieu, **J.**, p. 622. — XIV. I. La Belgique au travail, par J. Izard ; II. La vraie « Belgique au travail », par H. Siret, **N. N.**, p. 626. — XV. La main-d'œuvre à San-Thomé et à l'Ile-du-Prince, par Mantero, **É. D. W.**, p. 645.

IX. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Histoire des mathématiques et de l'astronomie, par **H. Bosmans, S. J.**, p. 648. — Astronomie, par **C. G.**, p. 666. — Ethnographie, par **J. Claerhout**, p. 670. — Sciences médicales, par le Dr **Jos. Boine**, p. 681. — Botanique économique, par **É. D. W.**, p. 689.

X. — NÉCROLOGIE. — Le comte Domet de Vorges, par **J. T.**, p. 695.

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES, t. I à t. XXXIII, 1875 à 1909. Chaque vol. in-8° de 400 à 600 pages fr. **20 00**

TABLE ANALYTIQUE des vingt-cinq premiers volumes des ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE (1875-1901). Un vol. in-8° de 250 pages (1904), en vente au prix de . . . . . fr. **3 00**

REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES. Première série, 1877 à 1891. Trente volumes. Seconde série, 1892 à 1901. Vingt volumes. Troisième série, commencée en 1902. Les deux volumes annuels, de 700 pages in-8° chacun . . . . . fr. **20 00**

TABLE ANALYTIQUE des cinquante premiers volumes de la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES (1877-1901). Un vol. in-8° de XII-168 pages, petit texte (1904), en vente au prix de 5 fr. ; pour les abonnés . . fr. **2 00**

Ph. Gilbert. Mémoire sur l'application de la méthode de Lagrange à divers problèmes de mouvement relatif. Deuxième édition (1889). Un vol. in-8° de 150 pages . . . . . fr. **7 50**

DISCUSSION SUR LE FŒTICIDE MÉDICAL. Brochure in-8° de 38 pages (1904) . . . . . fr. **1 00**

LA CRISE DU LIBRE-ÉCHANGE EN ANGLETERRE. Rapports de MM. G. Blondel, Ch. Dejace, A. Viallate, Emm. de Meester, P. de Laveleye, Éd. Van der Smissen. Brochure in-8° de 121 pages (1905). . fr. **2 00**

LES PORTS ET LEUR FONCTION ÉCONOMIQUE : T. I. Introduction, Éd. Van der Smissen. I. La Fonction économique des Ports dans l'Antiquité grecque, H. Francotte. II. Bruges au Moyen âge, G. Eeckhout. III. Barry, H. Laporte. IV. Beira, Ch. Morisseaux. V. Liverpool, P. de Rousiers. VI. Anvers, E. Dubois et M. Theunissen. VII. Les Ports et la vie économique en France et en Allemagne, G. Blondel. Un vol. in-8° de 183 pages, figures et plans. (Épuisé.) **T. II.** VIII. Londres, G. Eeckhout. IX. Délos, A. Roersch. X. Rotterdam, J. Charles. XI. Gênes au Moyen âge, J. Hanquet. XII. Marseille, G. Blondel. Un vol. in-8° de 123 pages, figures et plans. Prix : 3 francs. **T. III.** XIII. Le Port moderne de Gênes, M. Theunissen. XIV. Ostende. L.-Th. Leger. XV. Jaffa, P. Gendebien. XVI. Lisbonne, Ch. Morisseaux. XVII. Le Havre, G. Blondel. XVIII. Hambourg, P. de Rousiers et J. Charles. XIX. Rio-de-Janeiro, F. Georlette. XX. Han-Kow. A. Vanderstichele. Prix : 3 francs. **T. IV.** XXI. Barcelone et Bilbao, J. Charles. XXII. Buenos-Aires, M. Theunissen. XXIII. Brême, J. Charles. XXIV. New-York, Paul Hagemans. XXV. Le Port de Pouzzoles dans l'Antiquité, d'après un livre récent, Alphonse Roersch. XXVI. Shanghaï, A. A. Fauvel. XXVII. Zeebrugge, J. Nyssens-Hart. Un vol. in-8° de 184 pages, figures et plans. Prix : 3 francs. **T. V.** XXVIII. Rouen, G. Blondel. XXIX. Montréal, M. Dewavrin. XXX. Seattle et Tacoma, M. Rondet-Saint. XXXI. Trieste, Fiume, Venise, M. Dewavrin. XXXII. Venise au moyen âge, C. Terlinden. XXXIII. Les ports du Nord-Est de l'Angleterre, J. Meuwissen. — Conclusions, G. Blondel. — Appendices : L'administration des Ports, J. Charles, S. J. ; L'industrie des transports maritimes, H. Mansion. Prix : 3 francs.

SUR QUELQUES POINTS DE MORALE SEXUELLE DANS SES RAPPORTS AVEC LA MÉDECINE. Rapport de M. le Dr X. Francotte. Brochure in-8° de 48 pages (1907) (Épuisé) . . . . . fr. **0 75**

DE LA DÉPOPULATION PAR L'INFÉCONDITÉ VOULUE. Rapport de M. le Dr Henri Desplats, et discussion. Brochure in-8° de 29 pages (1908) (Épuisé) . . . . . fr. **0 75**

REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE PAR

LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

TROISIÈME SÉRIE

Cette revue de haute vulgarisation, fondée en 1877 par la Société scientifique de Bruxelles, se compose actuellement de deux séries : la **première série** comprend 30 volumes (1877-1891) ; la **deuxième**, 20 volumes (1892-1901). La livraison de janvier 1902 a inauguré la **troisième série**.

La revue paraît en livraisons trimestrielles de 352 pages, à la fin de janvier, d'avril, de juillet et d'octobre. Chaque livraison renferme trois parties principales.

La **première partie** se compose d'**Articles originaux**, où sont traités les sujets les plus variés se rapportant à l'ensemble des sciences mathématiques, physiques, naturelles, sociales, etc.

La **deuxième partie** consiste en une **Bibliographie scientifique**, où l'on trouve un compte rendu détaillé et l'analyse critique des principaux ouvrages scientifiques récemment parus.

La **troisième partie** consiste en une **Revue des Revues et des Publications périodiques**, où des écrivains spéciaux résument ce qui paraît de plus intéressant dans les archives scientifiques et littéraires de notre temps.

Chaque livraison contient ordinairement aussi un ou plusieurs articles de **Variétés**.

CONDITIONS D'ABONNEMENT

Le prix d'abonnement à la Revue des Questions scientifiques est de **20 francs** par an. Les membres de la Société scientifique de Bruxelles ont droit à une réduction de **25** %; le prix de leur abonnement est donc de **15 francs** par an.

Table analytique des cinquante premiers volumes de la Revue. Un vol. du format de la Revue de XII-168 pages. Prix : 5 francs ; pour les abonnés, 2 francs.

Des volumes isolés seront fournis aux nouveaux abonnés à des conditions très avantageuses.

S'adresser pour tout ce qui concerne la **Rédaction** *et l'***Administration** *au secrétariat de la Société scientifique, 11, rue des Récollets, Louvain.*.

Une Notice sur la Société scientifique, son but, ses travaux, est envoyée gratuitement à ceux qui en font la demande au secrétariat.

Louvain. — Imp. F. & R. Ceuterick, rue Vital Decoster, 60.

es Bruxelles

es Bruxelles

22-88519

AMNH LIBRARY
100226268